BHS I C 267 -2,1

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe I 4
B Nr. 267

HANDBUCH

DES

EISENGIESSEREIBETRIEBES.

UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VERWANDTER ZWEIGE.

VON

DR. ERNST FRIEDRICH DÜRRE,
PROFESSOR AN DER KÖNIGLICHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU AACHEN.

III. GÄNZLICH UMGEARBEITETE AUFLAGE.

ZWEITER BAND.

MIT TEXTILLUSTRATIONEN UND EINEM ATLAS VON 29 TAFELN
IN IMPERIAL-FORMAT.

BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL
BERGW.U.SALINEN
ADMINISTR.

LEIPZIG.
VERLAG VON ARTHUR FELIX.
1896.

I. C. 3/267.

Das Uebersetzungsrecht bleibt vorbehalten.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

VORWORT
zum zweiten Bande.

Nachdem im Juli 1892 der erste Band dieser vollständig umgearbeiteten Auflage des Handbuches des gesammten Giessereibetriebes abgeschlossen worden, war Hoffnung vorhanden, dass in weiteren zwei Jahren auch der zweite Band der Oeffentlichkeit würde übergeben werden können.

Wenn diese Erwartung nicht erfüllt worden ist, und die erste Hälfte erst 1895 erscheinen konnte, so liegt der Grund, abgesehen von unvermeidbaren persönlichen Hinderungen, namentlich an dem Besuche Nordamerikas 1893 und den daraus sich ergebenden literarischen Verpflichtungen, sowie an anderweitigen nicht abzuweisenden fachlichen Bethätigungen des Verfassers, hauptsächlich aber auch an der erkannten Nothwendigkeit, nahezu die ganze Substanz des Bandes gründlich um-, d. h. so viel wie neu zu bearbeiten.

Sowohl der erste Abschnitt der ersten Abtheilung, die Schmelzarbeiten umfassend, als auch im zweiten Abschnitt das Entwerfen und Zeichnen der Modelle, besonders aber die nunmehr 125 Seiten umfassende, durch 12 vorwiegend Neues bietende Figurentafeln und mehr als 55 Textfiguren veranschaulichte Maschinenformerei haben eine gründliche und systematische Umarbeitung erfahren müssen und dürften wohl ein vollständiges Material zur Beurtheilung der heutigen Verhältnisse auf den beiden Sondergebieten enthalten.

Ebenso erfuhren die Kapitel über Hartguss, schmiedbaren Guss und Anderes eine vollkommene Umgestaltung unter Berücksichtigung des heute nur noch Gültigen, wobei die in Amerika gewonnenen Anschauungen von erheblichem Nutzen waren.

Die Betrachtungen über Verwaltung u. s. w., welche in den beiden ersten Auflagen ein besonderes, das vierte, Buch bildeten, wurden wesentlich gekürzt und, nur auf betrieblich wichtige Verhältnisse beschränkt, als dritte Abtheilung des dritten Buches angeschlossen, da ja neuerdings besondere Werke über Buchführung u. s. w. erschienen sind, denen im Wettbewerb zu begegnen nicht berechtigt schien.

Auf diese Weise wurde es möglich, den verabredeten Umfang inne zu halten, ohne die eigentliche Hauptaufgabe des Werkes irgendwie einzuengen. In gleicher Absicht sind auch mehrere Neben- und Vollendungsarbeiten nur kurz besprochen und dabei auf zahlreiche Specialschriften hingewiesen worden, welche diese Dinge ausführlich behandeln, z. B. alle die galvanischen Arbeiten, welche für die Gusswaarenvollendung wichtig sind. Dagegen erfuhren alle eigentlichen Fabrikations- oder Darstellungsumstände der Gusswaaren selbst eingehende und möglichst erschöpfende Behandlung.

In dem Bestreben, hierin nur Zuverlässiges zu geben, hatte sich der Verfasser mit den meisten der berufenen Fachleute, Erbauer oder beziehungsweise Betreiber solcher Vorrichtungen, persönlich, wie auch brieflich in Verbindung gesetzt und spricht hier nochmals den gesammelten Dank für die liebenswürdige Unterstützung aus.

Ausser den Directionen der Königl. Geschossfabriken und Giessereien zu Siegburg und Spandau ist er besonderen Dank den Firmen F. Krupp-Grusonwerk zu Buckau bei Magdeburg, Otto Gruson & Co. ebendaselbst, E. Schiess & Co. zu Düsseldorf, Seebold & Neff zu Durlach, Ganz & Co. in Budapest, Eisenwerk Joly zu Wittenberg, Eisenwerk Wülfel bei Hannover, Oppenheim & Co. Hannover, F. A. Herbertz-Richardswerk in Köln am Rhein und zahlreichen anderen Vertretern der Industrie schuldig geworden, unter denen er auch noch den Geheimen Bergrath Jüngst, Director der Königl. Eisengiesserei bei Gleiwitz, Generaldirector Frick zu Bayenthal, sowie den verstorbenen Betriebsleiter der Siegburger Geschossfabrik, Oberinspector O. v. Schmid, sich anzuführen gestattet.

Zur besseren Orientirung über alle Neuerungen hat der Verfasser noch ein Verzeichniss aller das Giessereiwesen betreffenden Patente angehängt, in welchem alle bis zur Drucklegung desselben ausgegebenen Schutzurkunden in umgekehrter Reihenfolge, die jüngsten zuerst, eingeordnet und bei jeder einzelnen nach Ausweis der amtlichen Patentübersicht angegeben, ob sie noch gültig oder schon erloschen ist.

Der Leser des Buches kann sich dadurch vorkommenden Falles leicht orientiren, ob betreffs einer Einzelheit ein Patent existirt oder nicht. Leider verbot die Rücksicht auf den Umfang des Werkes die genauere Wiedergabe der Anspruchsformulirung. Die zahlreich vorhandenen Patentschriftenlesezimmer, sowie die vielen Anwaltbureaus erleichtern indess ja heute jede kurze Nachforschung ungemein und wurden dieserhalb auch die im Anmeldestadium sich befindenden Patente weiter nicht berücksichtigt.

So übergiebt der Verfasser vertrauensvoll den Abschluss der drittten Auflage desjenigen seiner Werke dem engeren oder weiteren Kreise der Fachgenossen, welches er 1865 in Gleiwitz, als eine Reihe von Artikeln: „Aphorismen über Giessereibetrieb" begonnen hatte und welches zuerst 1868 in erster Lieferung, mit einer Vorrede von Bruno Kerl eingeführt, erschien.

Zehn Jahre später, nachdem der Verfasser inzwischen (1871) nach Aachen berufen worden war, wurde der zweite Band abgeschlossen und gleichzeitig ein nur wenig bearbeiteter Neudruck des ersten Bandes veranlasst, welcher als zweite Auflage erschien.

Vor mehr als 30 Jahren begonnen, ist kein anderes Werk des Verfassers in gleicher Weise mit dessen technischem Leben verknüpft gewesen und, älter geworden, sieht er nicht voraus, ob er selbst jemals die Feder zu einer neuen Bearbeitung ergreifen wird.

Er schliesst jetzt mit dem wiederholten und lebhaften Danke an Alle, die ihn bei Vorbereitung, Abfassung und Herausgabe des Werkes unterstützt, und erwähnt namentlich die Herren Ingenieure G. Lintner (jetzt in Mannheim) und F. Schingen in Aachen, von denen der Letztere den grössten Theil der Vignetten- und Tafeloriginale mit gewohnter Virtuosität und Sorgfalt angefertigt hat.

Auch der Verlagsanstalt, welche keine Kosten gescheut und dem Verfasser stets grösstes Entgegenkommen bewiesen hat, gestattet Letzterer sich, seinen besten Dank hier öffentlich auszusprechen.

Aachen, Ende Juli 1896.

Der Verfasser.

Berichtigungen.

S. 491 muss es in Ueberschrift B heissen:
Die Röhrenfabrikation mit aufrechter Formerei und ebensolchem Abguss.

S. 504, Z. 3 v. u. lies XXVII statt XII.

S. 505, Z. 20. v. o. lies XXVII statt XVII.

Nachträglich aus Band I.

S. 714, Z. 24 v. u. lies XXVIII statt XXXVIII.

Inhaltsverzeichniss.

DRITTES BUCH. Seite

Der Betrieb der Giessereien 1

Einleitende Bemerkungen und Eintheilung S. 1.

Erste Abtheilung.

Der allgemeine Verlauf und Gang des Giessereibetriebes . . . 2

Uebersicht und weitere Eintheilung S. 2.

1. Abschnitt.

Von dem Schmelzen der Gussmaterialien, dem Ofenbetrieb und der Einrichtung der Ofenanlagen 3

Allgemeines und Uebersicht S. 3.

1. Kapitel.

Beschreibung des Ofenbetriebes 4

Begriffsfeststellung S. 4.

A. Betrieb der Tiegelöfen 4

Grundzüge S. 4. Schmelzverfahren S. 5. Guettier's Methode S. 6. Verfahren beim Siemensofen S. 6. Besetzung S. 7. Behandeln von Mischungen S. 7. Giessbereitschaft S. 8. Geräthe S. 8. Leitung der Arbeit S. 9. Gebiete des Tiegelschmelzens S. 9. Schmiedbarer Guss S. 9. Mitisguss S. 9.

B. Betrieb der Schachtöfen 10

Allgemeines S. 10. Vorgang der Umschmelzung S. 10. Veränderungen des Giessmaterials während des Umschmelzens S. 11. Inbetriebsetzung der Cupolöfen S. 12. Anwärmen und Füllen S. 12. Vom Aufgeben der Beschickung S. 14. Roheisen S. 14. Brennstoffe S. 14. Kalkstein S. 15. Gichtensatz S. 15. Windführung S. 16. Steigerung des Satzes S. 17. Niederblasen S. 17. Zeitfolge und Anzahl der Gichten S. 17. Zusammensetzung der Gichten S. 18. Allgemeines Aufgebeschema S. 19. Der Schmelzbetrieb S. 19. Erzielung der Gleichmässigkeit desselben S. 19. Veränderungen und Wechsel im Gange S. 20. Windführung, Windmenge und Pressung S. 20. Bedienung des Ofens S. 21. Beispiele für den Cupolofenbetrieb S. 21. Aelteste Betriebe nach Monge, Hassenfratz, Launay S. 22. Sturzöfen S. 22. Ofenbetrieb mit Holzkohlen nach Karsten S. 22. Aelteste Cokesbetriebe: Gleiwitz, Sayn S. 23. Berliner Betrieb S. 24. Roheisensorten S. 25. Späterer Betrieb zu Gleiwitz S. 26. Betrieb zu Königin Marienhütte S. 33. Betrieb in Chemnitz S. 35. Lauchhammer S. 36. Harzer Werke S. 38. Tangerhütte S. 40. Magdeburg S. 41. Französische und englische Betriebe S. 42. Neuere Betriebe: Irelandöfen S. 43. Krigaröfen S. 50. Hameliusöfen S. 54. Oefen von Greiner & Erpf S. 56. Ofen von Ibrügger S. 57. Ofen von Herbertz S. 58. Anthracitcupolöfen in Nordamerika S. 63.

C. Betrieb der Flammöfen mit directer Feuerung 66

Allgemeines und Uebersicht S. 66. Auswahl des Materials S. 67. Vorbereitung des Ofens S. 68. Besetzen S. 69. Inbetriebsetzung S. 70. Feuerbehandlung S. 70. Schmelzen S. 71. Abstechen S. 72. Einfluss des Ofenprofils S. 73. Brennmaterial S. 73. Nebenarbeiten und Geräthschaften S. 74. Beispiele S. 74. Berlin S. 75. Gleiwitz S. 75. Durchschnittsresultate S. 76. Walzen-

Seite

herstellung S. 76. Neuere Betriebsergebnisse S. 79. Saynerhütte S. 80. Geschützgiesserei Spandau S. 81. Königin Marienhütte S. 81. Steyrische Flammöfen S. 82. Schwedischer Betrieb S. 82. Französischer Betrieb S. 83.

D. Betrieb der Flammöfen mit Gasfeuerungen 85
Allgemeines S. 85. Aelteste Gasfeuerung zu Giessereizwecken S. 86. Ofen von Eck S. 86. Betriebsergebnisse S. 87. Neuere Gasflammöfen S. 88. Oefen von Siemens S. 88. Neuere Modificationen S. 88. Bathoöfen S. 88. Schönwälder'sche Oefen S. 89. Resultate derselben S. 91. Neuere Ofenconstruction von Siemens S. 93. Betrieb der Gasherdöfen S. 95. Angaben von H. Eckardt S. 96.

E. Notizen über Neuerungen im Kleinbessemereibetriebe . . . 99
Verwendbarkeit des Kleinconverters zum Giessereibetriebe S. 99. Neuerungen von Horn S. 99. Trommelconverter von Servais S. 100. Gesammtanlage von Walrand-Delattre S. 100. Hugo A. Becker's Converter S. 100. Verfahren von Walrand und Legénisel S. 101.

Anhang zur Beschreibung der Oefen 102
Uebersicht S. 102.

aa. Aufgebergeräthschaften 102
Aufzählung und Material derselben S. 102.

bb. Schmelzergeräthschaften 103
Uebersicht und Beschreibung S. 103.

2. Kapitel.

Von dem Wärmehaushalte der Ofenbetriebe 104
Einleitendes und Entwickelung S. 104. Arbeiten Gruner's u. A. S. 104.

A. Die Schmelzwärmen des Gussmaterials und der Schlacken . 105
Bestimmungsmethoden S. 105. Rechnung. Ihre Unzuverlässigkeit. Calorimetrie S. 105. Formel zur Verwerthung der Beobachtungen S. 106.

B. Der Wärmehaushalt gewöhnlicher Tiegelöfen 107
Beobachtungen von Karsten S. 107. Neuere Werthe S. 108. Resultirendes Güteverhältniss S. 109. Vorzüge der Oefen von Piat S. 109.

C. Der Wärmehaushalt neuerer Tiegelöfen 110
Angaben von Gruner, Siemens, Beckert S. 110. Ueberirdischer Tiegelofen in Westfalen S. 112.

D. Der Wärmehaushalt einiger älterer Giessereischachtöfen . . 113
Verbrennungsmodus des Brennstoffes und seine Ermittelung S. 113. Zuziehung der Windberechnung S. 114. Aeltere Resultate S. 114. Gleiwitzer ältere Oefen S. 114. Berliner ältere Oefen S. 116. Aeltere Verhältnisse zu Magdeburg S. 117. Ofen von Maillard S. 118. Oefen von Ireland S. 118. Aelterer Ofen von Krigar und Eichhorn S. 120. Wärmeaufnahme durch die Gebläseluft S. 221. Ausführungen Mallet's S. 121.

E. Der Wärmehaushalt bei einigen neueren Giessereischachtöfen . 123
Bestimmung des Güteverhältnisses S. 123. Neuere Brennstoffverbrauchsziffern S. 124. Rechnungsbeispiel von einem Ofen zu Vienne S. 125. Gruner'sche Formeln S. 126. Untersuchungen der Schmelzung im Cupolofen von Deny S. 129. Das sich ergebende Güteverhältniss S. 132.

F. Der Wärmehaushalt der gewöhnlichen Flammöfen mit directem Betriebe . 133
Verbrennungserscheinung S. 134. Periodicität der Erscheinungen S. 134. Berechnung älterer Betriebsbeispiele S. 136. Strahlungsverluste S. 138.

G. Wärmehaushalt von Gasflammöfen 138
Rechnungen von Gruner S. 138. Oefen von Ponsard S. 139. Siemens-Martinöfen S. 140. Angaben von v. Sólcz, Toldt, Eckardt u. A.

3. Kapitel.

Einrichtung von Ofenanlagen 141
Besprechung verschiedener Anordnungen und verschiedener Systeme S. 141. Anlagen mit Irelandöfen S. 142. Desgl. mit Krigaröfen S. 143. Anordnung der Oefen in Converterwerken S. 143. Anordnung von Flammöfen S. 145. Oesterreichische Gasofenanlage für Stahlformguss, ohne Gaswärmespeicher S. 145. Deutsche Gasofenanlage für Formguss S. 147.

Seite

2. *Abschnitt.*

Von der Darstellung der Formen einschliesslich der Modellherstellung, von dem Giessen und von dem Herausnehmen der Gussstücke . 148

Uebersicht und Eintheilung S. 148.

1. Kapitel.

Von der Anfertigung der Modelle zur Formerei 148

Uebersicht und Eintheilung der Arbeiten S. 148.

A. Entwerfen und Zeichnen der Modelle im Allgemeinen . . . 149

Anforderungen, welche an die Entwürfe und Zeichnungen zu stellen sind S. 149. Künstlerische und nicht künstlerische Gegenstände S. 150. Monumentale und architektonische Arbeiten S. 150. Decorative Arbeiten S. 150. Beispiele S. 151. Platten verziert und durchbrochen S. 152. Ofen und Kaminthüren S. 153. Deckplatten S. 155. Tritt- und Futterstufen S. 156. Treppenconstructionen S. 156. Tischplatten S. 157. Gitter S. 158. Gitterstäbe S. 162. Einfache Stabgitter S. 163. Schwere Gitter S. 166. Grabmonumente S. 167. Bauguss und Kunststyl für Metall S. 168. Literatur S. 169. Eck, Guettier und Brandt S. 169. Anregungen Viollet le Duc's S. 169. Säule oder Pfeiler S. 169. Candelaber S. 171. Arme für Laternen S. 172. Andere Stützen und Consolen S. 175. Balken und Träger S. 177. Bogenförmige Träger S. 182. Joly'sche Bauconstructionen S. 184. Entwerfen der Modelle selbst S. 185. Rücksicht auf Theilung derselben S. 185. Kernmarken S. 186.

B. Vom Schwindmaasse 186

Bestimmung desselben S. 186. Formeln S. 187. Versuche über den Einfluss der Abkühlung S. 187. Praxis bei der Lehmformerei u. s. w. S. 190. Materialien für Modelle S. 190. Uebersicht der Herstellung S. 191.

C. Vom Modelliren in weichem, bildsamem oder plastischem Materiale . 192

Allgemeiner Verlauf und Hinweis auf die Bildhauerpraxis S. 192.

D. Von der Modelltischlerei 193

Uebersicht S. 193. Das Holz und seine Eigenschaften S. 193. Holzarten S. 194. Anforderungen S. 194. Trockenheit S. 194. Structur des Holzes S. 195. Ringe S. 196. Spiegel S. 196. Schwere S. 197. Wassergehalt S. 198. Trocknen und Schwinden S. 199. Verziehen und Schiefwerden S. 200. Gegenmittel S. 201. Aufbau der Modelle und Verleimen S. 201. Hauptgrundsätze S. 201. Beispiele S. 202. Anordnung und Einrichtung der Modelltischlereien S. 211. Ausrüstung S. 211. Lage S. 213. Umfang und Grösse S. 214. Aufbewahrung der Holzmodelle S. 215. Lagerräume S. 215. Aufsicht und Unterhaltung S. 216. Listen und Verzeichnisse S. 216. Eiserne Schuppen S. 217.

E. Von dem Giessen und Treiben der Metall-Hauptmodelle und dem Vollenden derselben 217

Uebersicht S. 217. Treiben von Blech- und Eisen S. 118. Einzeloperationen S. 219. Giessen der Modelle S. 220.

F. Von der Darstellung der Formmodelle aus Metall 221

Wahl des Materials S. 221. Liste der mittleren Grössen S. 221.

2. Kapitel.

Von der Herstellung der Formkasten und anderer Armaturen oder Rüstungen der Formen 225

Uebersicht und Aufzählung der verschiedenen Gattungen S. 225.

A. Von der Herstellung der Formkasten 229

Anforderungen, Material und Bauart S. 229. Rücksichten auf die Modelltheilung S. 230. Beschläge der Formkasten S. 231. Registrirung und Aufbewahrung S. 232.

B. Von der Darstellung der Gehänge und Spreizen 233

Methode und Verrechnung S. 233.

C. Von der Darstellung der Spindeln und Kerneisen 233

Material und Bauart S. 233.

D. Von der Herstellung der eisernen Lehmformentheile 235

Kennzeichnung der Rüstungen und Bauart S. 235.

Seite
E. Herstellung der Formbretter und Unterlagen 235
Kennzeichnung und Bauart S. 235. Controle S. 235.
F. Von der Darstellung der Coquillen 236

3. Kapitel.
Von der Herstellung der Formen selbst, einschliesslich der Arbeit mit Formmaschinen 238
Uebersicht und Eintheilung S. 238.
A. Herdformerei . 239
Allgemeiner Vorgang S. 239.
a. Offener Herdguss 240
Feuerboden, Wellring, Amboss mit Chabotte S. 240. Wellzapfen S. 241. Einfache Stabgitter S. 241. Platten S. 242. Ofenkranz S. 242. Rohe Hohlwalzen S. 243. Formstifte S. 243.
b. Verdeckter Herdguss 243
Kennzeichnung S. 243. Radkränze mit Zahnkernen S. 244. Balken S. 244. Grössere Schleifsteintröge S. 245.
B. Kastenformerei in gewöhnlichem Sande 245
Einzelverrichtungen S. 245.
a. Zweitheilige Kastenformerei 246
Platten glatt und verziert S. 247. Roste und Ofenschienen S. 248. Einfache Maschinentheile, Lager, kleine Getriebe, Flügelzapfen S. 249. Räderguss S. 251. Uebersicht der verschiedenen Räder S. 251. Räder mit glatter oder convexer Bahn S. 252. Schwungräder und Riemenscheiben S. 252. Räder mit glatter oder concaver Bahn S. 254. Schnurscheiben und Seilrollen S. 254. Fahrräder S. 254. Verzahnte Räder S. 255. Stirnräder S. 255. Winkelräder S. 256. Solche mit Kernen zwischen den Armen S. 257. Räder mit Zahnkernen S. 257. Skeletroststäbe S. 260. Ketten S. 261.
b. Mehrtheilige Kastenformerei 262
Allgemeines und Unterscheidungen S. 262. Gerade Töpfe S. 262. Mühlengetriebe mit freiliegenden Zähnen S. 264. Ofenfüsse S. 264. Mörser S. 266. Bauchtöpfe und bauchige Oefen S. 267. Verzierte Ofenuntersätze S. 267. Untersätze mit Füssen S. 268.
C. Kastenformerei in fettem Sande oder Masse 269
Uebersicht und Eintheilung S. 269.
a. Mit Modell bewirkte Kastenformerei in Masse 270
Uebersicht und Schilderung des Verfahrens S. 270. Dampfcylinder mit angegossenen Kanälen und Dampfein- und -Austrittsstutzen S. 272. Andere Cylinderformen S. 273. Compressoren- und Locomotivcylinder S. 275. Pochtröge für Amalgamirwerke S. 275. Walzwerkskuppelungsgetriebe S. 275. Walzenformerei S. 276.
b. Kastenformerei in Masse mit Schablonen 277
Uebersicht S. 277. Grosse Walzen S. 277. Rohre S. 278.
D. Lehmformerei . 279
Allgemeines und Eintheilung S. 279.
a. Einfachere Lehmformerei 280
Lehmvorbereitung, Luftsteine, Armaturen S. 280. Kesselformerei mit aufstehendem Kern S. 283. Dieselbe mit hängendem Kern S. 285. Cylinder für hydraulische Pressen S. 286. Glockenformerei S. 288.
b. Zusammengesetztere Lehmformerei 292
Allgemeine Verhältnisse und Ausführung S. 292.
c. Kunstformerei in Lehm 293
Uebersicht der Methoden S. 293. Arbeit mit verlorenem Wachsmodell S. 293. Münchener Arbeitsmethode S. 295.
E. Schalenguss . 297
Principien beim Formen S. 297.
F. Formerei mit Maschinen 298
Uebersicht des Gebietes und Literatur S. 298. Arbeit von Th. Stentz S. 298. Gliederung des Stoffes S. 298.
a. Aeltere Vorrichtungen zur Maschinenformerei, wie sie bis 1862/63 vorhanden waren 299

Seite

Aeltere Maschinen zur Röhrenformerei 299
Maschine von Harrison S. 299. Von Steward und Newton S. 300. Von Fairbairn und Hetterington S. 301. Von Sheriff-Glasgow S. 302. Von Elder S. 302. Von Waltjen & Co. S. 303. Von Downie und Shanks S. 304. Kernspindel von Cochrane S. 305.

Aeltere Vorrichtungen und Maschinen zum Einformen der Eisenbahnschienenstühle 305
Einrichtungen von Brown, Ransome und May S. 306. Eiserne Kernstücke von A. Muir S. 306. Mechanische Aushebung von Jobson S. 306. Modelltheilung von James S. 307. Mittheilung von M. Eyth S. 308.

Einformen von Geschützkugeln 309
Einrichtungen von Shanks und von R. Jobson und J. Jobson S. 310. Einrichtungen von Page und Robertson S. 310. Von Downie S. 311. In Woolwich S. 311.

Einformen von Geschirren 312
Verfahren von Inglis und Cowie S. 312. Von Page und Robertson S. 313. Von Downie und Inglis S. 313.

Einformen anderer Gegenstände 314
Gegensatz der Formmaschinen von Jobson und J. Howard S. 316. Erstes Auftreten der Formplatten S. 316.

Aelteste Einrichtungen und Maschinen zum Einformen von Zahnrädern ohne Modell 317
Maschinen von Ferrouilh, de Louvrié und von Jackson S. 318. Methode von Ruffer S. 319.

b. Einfluss der ersten Entwickelung der Formmaschinen auf die Ausbildung der vorhanden gewesenen Formereimethoden . 319
Mittheilungen von Stentz S. 319.

Arbeit an den Formmaschinen zum Ausziehen des Modells ohne Umkehrung . 319
Howard'sches Princip der durchbrochenen Modellplatten S. 319. Beispiele S. 320. Bewegungsarten, Hebel S. 321. Schrauben, Zahnstangen S. 322. Zusammengesetzte Bewegungen S. 322.

Arbeit an den Formmaschinen zum Umkehren des Kastens . 323
Haupttheile der Formvorrichtung S. 324. Modellplatte und Abnehmevorrichtung S. 324.

Verbindung beider Formmaschinensysteme 325
Anwendung bei Schienenstühlen S. 326.

Anwendung maschineller Vorrichtungen auf das Formereiverfahren bei Röhren geringeren Durchmessers 326
Angaben von Stentz S. 326. Ausführung in Köln u. a. O. S. 329.

Anwendung maschineller Vorrichtungen auf das Formereiverfahren für Röhren mit grösserem Durchmesser 330
Formmaschine von Stewart S. 331. Von Sheriff S. 332. Handarbeit neben der Maschinenformerei S. 333.

c. Neuere Vorrichtungen zur Maschinenformerei und specielle Versuche in Deutschland, die englischen Vorrichtungen einzubürgern[1]) . 334

Versuche von Stentz 335
Kochherdringmaschinen S. 335. Ofenzargenmaschinen S. 337. Granatkernformmaschine S. 338.

Neuere Versuche mit Röhrenformmaschinen 339
Delille'sches Patent und Dewailly's erste Maschine S. 339. Verfahren von Haldy S. 342.

Räderformmaschinen 343
Aelteste Versuche von George Lambert Scott S. 343. Beschreibung Felbinger's S. 343. Maschinen von Otto Gruson S. 347. Maschine von Ernst Schiess S. 349. Maschine von Briegleb, Hansen & Co. S. 350. Maschine von W. Abel S. 351. Maschine von Schmidt in

1) Durch ein Versehen ist diese Ueberschrift im Context ohne den Buchstaben c. und in liegender Schrift gedruckt worden.

Seite

Meerane S. 352. Aeltere Maschine für Doppelräder S. 353. Formmaschine für Granatensprengstücke von Ernst Schiess S. 354. Maschine zum Angiessen von Spurrädern und Scheiben an Achsen von Denison und Ward S. 355.

Formplattenmaschinen 356

Erste Construction von Chamberlain S. 357. Formmaschinen von Woolnough und Dehne S. 358. Neuerungen derselben an Modellplatten S. 363.

Anwendung der Formplattenmaschinen 368

Maschinen von L. und E. Reuling S. 368. Maschine des Eisenwerks Wülfel S. 370. Maschine von G. Allweiler S. 372.

Neue Fälle der Anwendung des Howard'schen Principes in der Maschinenformerei 375

Rollenformmaschine von Schiess S. 375. Achsbüchsenmaschine desselben S. 376. Habersang und Zinzen, Maschine für Rippenheizkörper S. 379. Formmaschine für Tubbings von Clarenbach S. 381.

Formmaschinen für verschiedene Zwecke 385

Geschirrformmaschinen von Marienhütte S. 385. Maschine von J. V. Hope S. 389. Schiffsschraubenformmaschine von H. Zinz S. 392. Guhrauer's Maschine für Riffelwalzen S. 392. Grusonwerk Schneckenformmaschine S. 393. Formtisch für Riemenscheiben von G. Hertzog S. 396. Riemenscheibenformmaschine von H. Laissle S. 398.

Formmaschinen mit Stampf- oder Druckvorrichtungen . . . 399

Stampfmaschinen von de Limon S. 400. Stampfmaschinen von Döhn S. 401. Druckbrettermaschine von Ugé S. 402. Druckplattenmaschine von Seebold & Neff S. 404. Bockformmaschine derselben S. 406. Aehnliche Maschinen von Laissle und Reusch S. 407. Formmaschine von Gallas und Aufderheide S. 409. Pressklotzmaschine von J. Schudel S. 414. Formverfahren von Hahn in Laasphe S. 418. Hydraulische Formmaschinen von S. Oppenheim S. 421.

Bemerkungen über Schablonenformerei 422

4. Kapitel.

Von der Ausführung der Giessoperation und dem Herausnehmen der Gussstücke . 423

Allgemeines und Giesstemperatur S. 423. Verdichtung beim Erstarren S. 425. Herausnehmen S. 425.

3. Abschnitt.

Von der weiteren Behandlung der Gussstücke, ihrer Bearbeitung, Zusammensetzung und Verzierung 426

Uebersicht und Eintheilung S. 426.

1. Kapitel.

Von der Bearbeitung der rohen Gusswaaren durch Putzen, Schleifen und durch besondere (einfachere) maschinelle Hülfsmittel . . . 427

Uebersicht und Eintheilung S. 427.

A. Das Putzen der Gusswaaren 428

Putzarbeiten und Zubehör S. 428. Flicken und Flickmaterial S. 430. Elektrisches Verfahren S. 430.

B. Das Schleifen der Gusswaaren 431

Uebersicht der Arbeiten S. 431. Schleifmaterialien S. 432.

C. Die Verwendung der Abfälle von der Bearbeitung 433

Dreh- und Bohrspäne S. 433. Agglomeriren vor dem Verschmelzen S. 433.

2. Kapitel.

Die Zusammensetzung der bearbeiteten Gussstücke zu grösseren Gegenständen, sowie die Beschlagsarbeiten 434

Uebersicht S. 434.

A. Das Zusammenpassen und Beschlagen von Gittern 434

Einfluss der gewählten Construction S. 434. Treillen- und Fluchtengitter S. 435.

B. Das Zusammenpassen und Beschlagen grösserer Bauanlagen aus Gusseisen . 436

Treppen S. 436. Balkonanlagen S. 437.

Seite

3. Kapitel.

Die Verzierung der bearbeiteten und zusammengesetzten Gegenstände durch Anstrich, Emailliren und Herstellung fremder Metallüberzüge . 437
Nothwendigkeit des Schutzes, Begriff des Rostens S. 437. Eintheilung S. 438.

A. Von dem Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren 438
Grundsätze S. 438. Aesthetik oder Anstrich S. 438. Farbenwahl S. 439. Technische Herstellung der Anstriche S. 440.

B. Von dem Ueberziehen der Gusswaaren mit Metallen 441
Uebersicht der Metallüberzüge und Eintheilung S. 441.
Das gewöhnliche Bronciren und das Bedecken des Gusseisens mit Metallblättern . 442
Ausführung S. 442. Ganze oder theilweise Broncirung, Farbenwahl S. 443. Muster S. 443. Bedecken mit Metallblättern S. 444. Vergolden auf Anstrich S. 444. Feuervergoldung S. 445.
Das Fällen von Metallüberzügen auf vorbereitete Gusseisenflächen durch einfache chemische Wirkung oder durch Galvanismus . 445
Elektrische Spannungsreihe der in Betracht kommenden Metalle S. 445. Praxis des Verfahrens S. 446. Oudry'sche Bronceüberzüge S. 446.
Das Ueberziehen und Umgeben der Gusswaaren mit stärkeren Metallüberzügen durch wirkliche Oberflächenlegirung . . 447
Uebersicht S. 447. Verzinkung und Verzinnung S. 448. Vorzüge und Unterschiede S. 448. Herstellung von Bleimänteln S. 449. Behandlung des Hartgusses hierbei S. 449.

C. Von dem Emailliren oder Glasiren der Gusswaaren, besonders des Gusseisens . 450
Uebersicht und Entwickelung S. 450. Stoffeintheilung S. 451.
Die Emaillirmaterialien, ihre Eigenschaften und Zusammensetzung . 452
Constitution der Emaillen und allgemeine Formeln S. 453.
Saure Bestandtheile der Emaillirmaterialien 453
Kieselsäure, als Quarz u. s. w. sowie als Silikat eingeführt S. 453. Feldspath, Glas und Porzellan S. 454.
Basische Bestandtheile der Emaillle 454
Aufzählung S. 454. Form des Zusatzes S. 455. Metalloxyde zu farbigen und Deckemaillen S. 455.
Neutrale und zusätzliche Bestandtheile der Emaillen . . . 455
Anführung S. 455. Borax, Ammoniumcarbonat u. s. w. S. 455.
Vorrichtung der Materialien 456
Vorbereitung für Quarz, Feldspath, Thon S. 456. Pochen und Feinmahlen S. 456.
Oxydation des Zinnes und Bleies zur Herstellung der Bleiasche . 457
Verfahren im Allgemeinen S. 457. Zinnaschenbrennofen S. 458.
Darstellung der Emaillen selbst, Schmelzen und Mahlen . . 459
Zusammensetzungsverhältnisse, Recepte 460
Grundmasse S. 460. Deck- oder Schlussmasse S. 461.
Zubereitung der Emaillen und die dazu erforderlichen Apparate 465
Tiegel und Zubehör S. 465. Geräthe S. 466. Schmelzofen S. 467.
Die Emaillirarbeit selbst 469
Uebersicht S. 469. Auftragen der Grundmasse S. 470. Trockenofen S. 471. Einbrennen der Grundmasse S. 473. Auftragen und Einbrennen der Glasur S. 475. Theeren und Schwärzen der Waaren S. 476.

D. Von den weiteren Verzierungen an den Gusswaaren 478
Uebersicht und allgemeine Gesichtspunkte S. 478.

Zweite Abtheilung.

Beschreibung besonderer Arbeiten und einzelner Fabrikationszweige . 481
Uebersicht und Eintheilung S. 481.

Seite

1. Abschnitt.

Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine besondere Rücksicht auf Veränderungen des Materiales nicht genommen zu werden braucht 482
Uebersicht und Eintheilung S. 482.

1. Kapitel.

Der gewöhnliche Handelsguss, Platten, Roste, Oefen, Poterie und verwandte Gegenstände 483
Wahl des Formsandes S. 483. Beschaffenheit der Modelle S. 484. Arbeiterleistung S. 484. Kastentheilung S. 485. Ofentheile S. 486.

2. Kapitel.

Der Guss von eisernen Röhren zu Wasser- und Gasleitungen . . . 487
Uebersicht der Arbeitsmethoden S. 487. Heimath derselben 488.

A. Die Röhrenfabrikation mit liegender Formerei und vertikalem Guss . 488
Einrichtungen in Königin Marienhütte u. A. S. 489. Einzelheiten S. 490.

B. Die Röhrenfabrikation mit aufrechter Formerei und ebensolchem Gusse . 491
Verfahren in Pont-à-Mousson S. 492. Choindez S. 493.

C. Die Röhrenfabrikation mit Maschinen in aufrechtstehendem Kasten und mit ebensolchem Gusse 495
Entwickelung des maschinellen Röhrenformens S. 495. Betrieb in Marquise S. 495.

D. Vergleich der Hauptfabrikationsmethoden und Einzelheiten der Röhrenformerei überhaupt 497
Beziehung von Maass und Gewicht der Röhren aus verschiedenen Fabriken S. 497. Normalien für Röhrenabmessungen S. 498. Bewegung der Formkasten S. 500. Trockenvorrichtungen von Bolkow & Vaughan S. 501. Kernherstellung S. 502. Spindel von Cochrane S. 502. Kerntrockenöfen S. 503. Abgiessen und Herausnehmen aus der Form S. 505. Ringförmige Dammgruben S. 505. Vorrichtungen zum Bewegen der Modelle S. 506.

E. Fertigstellen der Röhren, Probiren und Schwärzen 506
Aeltere Einrichtungen S. 506. Pressen von Fielding & Platt S. 507. Mariazell S. 507. Neueste Pressen S. 507. Theerungsvorrichtungen S. 507.

3. Kapitel.

Der Bauguss einschliesslich Treppen u. s. w. 508
Formmaterial, Eisenbeschaffenheit S. 508.

4. Kapitel.

Kunst- und Feinguss 509
Entwickelung S. 509. Führende Anstalten: Ilsenburg, Durenne & Co., Paris, S. 510. Formereieinzelheiten nach Schott S. 511. Ueberziehen der Feingusswaaren mit Metallen u. s. w. S. 513. Specielle Methoden S. 513. Emailliren S. 514. Zink- und Zinnüberzüge S. 515. Vergolden und Versilbern S. 515. Bronciren S. 516. Anstriche und Firnisse S. 516. Absanden S. 517.

5. Kapitel.

Der gewöhnliche Maschinenguss, einschliesslich der Kesselarmaturen 518
Arbeitsgrundsätze und Materialfragen S. 518.

6. Kapitel.

Der massive Guss aus gewöhnlichem Eisen 519
Uebersicht der Arbeiten S. 519. Formmaterial S. 519. Schmelzapparate S. 520. Formmethode S. 520. Guss einer Chabotte S. 521.

2. Abschnitt.

Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine Veränderung des gewöhnlichen Materiales von vornherein nothwendig ist oder nach dem erfolgten Gusse stattzufinden hat 523
Uebersicht und Eintheilung S. 523.

Seite

1. Kapitel.

Die Herstellung der Walzen zur Metall-, Papier- und Zeugbearbeitung 523
Uebersicht der verschiedenen Arten von Walzen S. 523.
A. Die Darstellung und der Guss von weichen Walzen 524
Anforderungen S. 524. Arbeit selbst S. 525. Formmaterial S. 525. Gemische und Recepte oberschlesischer Betriebe S. 525. Betriebs-Beispiele für die Walzengiesserei aus Rheinland-Westfalen S. 528. Belgische Betriebseinzelheiten nach Wolters S. 533.
B. Die Darstellung und der Guss von Hartwalzen 534
Entwickelung S. 534. Verfahren von Malapane S. 535. Edlach und Königsbronn S. 536. Andere Methoden S. 537. Giessform von F. R. Wheeldon S. 537. Coquillenmaasse S. 537. Neuere Coquillen S. 538. Patent von E. Peipers & Co. S. 538. Abdrehen der Walzen S. 539. Drehbänke S. 539. Zerkleinern von grobem Bruch S. 541. Walzwerksgetriebe mit harten Zähnen S. 542.

2. Kapitel.

Der Geschützguss . 542
Entwickelung S. 542. Material S. 542. Versuche von Rodman S. 543. Schilderung der Methoden S. 546. Sonstige Mittheilungen S. 548.

3. Kapitel.

Die Herstellung des Hartgusses zum Kriegs- und Eisenbahnbedarf . 548
Uebersicht S. 548. Hartgussgeschosse S. 549. Räderguss S. 549. Erste Entwickelung S. 549. Versuche in Ofen und Malapane, Gratz u. a. a. O. S. 550. Weitere Fortschritte S. 552. Neuere Methoden von Ganz & Co. in Ofen S. 553. Schlagprobenergebnisse S. 554. Englische und amerikanische Methoden S. 558. Zusammenziehbare Schalen S. 559. Panzerherstellung aus Hartguss S. 561. Rohmaterialwahl S. 561. Prüfung bei Ganz & Co. S. 562. Bei Krupp-Grusonwerk S. 563. Ausführung des Panzergusses S. 564.

4. Kapitel.

Die Herstellung des schmiedbaren oder Tempergusses 568
Definition S. 568. Aeltere Arbeiten von Percy, Karsten, Pelouze und Fremy, Brüll und Mallet S. 569. Arbeit von Russel-Davenport S. 570. Versuche von Forquignon S. 572. Martens' Untersuchungen S. 575. Ausführung der Arbeiten S. 575. Geeignete Schmelzöfen S. 575. Nobel's Ofen S. 577. Formerei S. 578. Putzen und Reinigen S. 580. Tempern S. 580. Oefen von Francis und Tenwick S. 582.

3. Abschnitt.

Vorgänge bei dem Giessereibetriebe, welche in keine der vorher behandelten Abtheilungen gehören 583
Uebersicht S. 583. Eintheilung S. 583.

1. Kapitel.

Das Ein- und Umgiessen 585
Mallet's Erfahrung S. 585. Kirkaldy's Beobachtungen S. 587. Moline's Methode zusammengesetzter Fenster S. 588. Weitere Beispiele S. 588. Schmiedeeiserne Kerne S. 590.

2. Kapitel.

Das Arbeiten mit Centrifugalgiessmaschinen 591
Vorrichtungen von Whitley, Bower und Tarr S. 591.

3. Kapitel.

Gewinnung des Roheisenabfalles 591
Verfahren von Fischer S. 592.

Dritte Abtheilung.

Allgemeine Einrichtung und Leitung der Giessereien 593
Uebersicht und Eintheilung 593.

Seite

1. Abschnitt.

Von der Anlage, Anordnung und Einrichtung der Giessereien 594
Platzwahl S. 594. Umfang und Anlage S. 595. Grundrissbildung S. 596. Lage der Giesserei selbst S. 597. Bauausführung S. 598. Andere Theile der Gesammtanlage S. 599.

2. Abschnitt.

Von der Betriebsorganisation und der rechnerischen Buchführung . 600
Uebersicht und Eintheilung S. 600.

1. Kapitel.

Von der Betriebsorganisation, Annahme und Vertheilung der Arbeit, von den Gedingen und Arbeitsverträgen; von den Haushaltungssätzen und Prämien . 601
Allgemeine Begriffe S. 601. Beispiel einer Betriebsreform S. 602.

A. Der Arbeitsvertrag oder das Gedinge 604
Definition S. 604. Lohnfestsetzung S. 606. Formerlöhne S. 607. Inhalt und Bestimmung der Arbeitsverträge S. 609. Beispiele S. 610.

B. Die Verabredung besonderer Haushaltungssätze bezüglich des Verbrauchs verschiedener Hauptmaterialien 616
Grundzüge und Ausführung S. 616.

2. Kapitel.

Von der Bestellungsannahme und Vertheilung, Controle der Ausführung und Abnahme der Bestellungen; Voranschläge; Preislisten und Preiscourante . 617
Bestellungs- und Arbeitsbücher S. 617. Abnahme, Productions- oder Giessereibücher S. 619. Classification der Gusswaaren S. 620. Preisliste und Verzeichnisse, Musterbücher S. 620. Voranschläge S. 620. Beispiele S. 621.

3. Kapitel.

Von der technischen Buchführung, Schmelzbücher, Arbeitsbücher, Lohnrechnungen, Productionszusammenstellungen 623
Uebersicht und Eintheilung S. 623.

A. Die Schmelzbücher . 624
Schmelzertafeln und ihre Führung S. 624. Schmelzbücher S. 624.

B. Die Arbeitsbücher und Lohnrechnungen 624
Grundsätze und Anlegung S. 624. Theil- oder Gesammtarbeit S. 624. Beispiele S. 625.

C. Die Productionszusammenstellungen und Betriebs- bezw. Verwaltungsberichte 626
Allgemeine Grundsätze und Hinweise S. 626.

Anhang.

Nachweisung der für das Giessereiwesen im engeren Sinne ertheilten deutschen Reichspatente aus den Jahren 1877—1895 628

Verzeichniss der Tafeln.

Von zwei Seitenzahlen bezieht sich die erstangeführte stets auf die erste Erwähnung der Tafel, während die zweite die Stelle der ausführlicheren Besprechung der betreffenden Constructionen angiebt.

Band I.

Tafel		Seite
I	Holzkohlenhochofen zur directen Gusswaarenerzeugung	473
II	Tiegelöfen	476
III	Gastiegelofen	485
IV	Generatoren nach Siemens	485
V	Gewöhnlicher cylindrischer Cupolofen	501
VI	Ireland'scher Cupolofen	501, 537
VII	Grosser Ireland'scher Cupolofen	501, 533
VIII	Cupolofen für leichte Cokes	501
IX	Modificirter Krigarofen für grossen Betrieb	501, 544
X	Ibrügger's Patent-Cupolofen	559
XI	Gewöhnlicher Cupolofen mit glattem Schacht	501
XII	Flammöfen mit gestrecktem Herd zu 3 und 6 Tonnen Einsatz	584, 626
XIII	Flammöfen mit gestrecktem Herd zu 3 und 6 Tonnen Einsatz	584, 626
XIV	Grosser und kleiner Gussflammofen zu Spandau	592, 628
XV	Flammofen zum Umschmelzen von Roheisen	612, 637
XVI	Flammofen zum Umschmelzen von Roheisen	612, 638
XVII	Gussflammofen mit Generator	645
XVIII	Schmelzofen mit Gasfeuerung, Bl. 1	646
XIX	Schmelzofen mit Gasfeuerung, Bl. 2	646
XX	Gasschmelzofen nach Eckardt's Patent	650
XXI	Regenerativofen mit getrennten Generatoren und Batho-Röhren	651
XXII	Ventilatoren	668
XXIII	Drehkrahn für Giessereien	698, 704
XXIV	Kapselradgebläse	676
XXV	Laufkrahn für Giessereien	712
XXVI	Dampfkrahn für 20000 kg Tragfähigkeit	699, 705
XXVII	Fahrkrahn für 25000 kg Belastung	716
XXVIII	Desgl. für 20000 kg Belastung	714
XXIX	Desgl. für 25000 kg Belastung	713
XXX	Lokomotivkrahn für Giessereizwecke	718
XXXI	Darrkammern	739
XXXII	Maschinen zur Vorbereitung von Formmaterial	732

An Texttafeln sind vorhanden:

Eisenkrystallisationen S. 59 u. ff.

Elektrischer Krahn S. 708.

Band II.

Tafel		Seite
I	Neue Cupolofenanlage Bl. 1	141
II	Desgl. Bl. 2	141
III	Hydraulischer Aufzug für 2000 kg Tragfähigkeit	142
IV	Cupolöfen (System Ireland) und Aufzuganlage für indirecten Antrieb	142
V	Cupolöfen (System Krigar) und Aufzuganlage für indirecten Antrieb	143
VI	Anordnung der Cupolöfen in einer amerikanischen Bessemerhütte	144
VII	Gasofenanlage mit Giesseinrichtung	145
VIII	Gasofenanlage für grösseren Betrieb	147
IX	Geschossformmaschine	402
X	Patentdoppelformmaschine	405
XI	Patentbockformmaschine	406
XII	Pressmaschine für Geschossformkasten	401
XIII	Granatenkernformmaschine	354
XIV	Räderformmaschine (von Schiess)	348
XV	Räderformmaschine (von Scott)	343
XVI	Räderformmaschine für Räder von 600—1200 mm Durchmesser	349
XVII	Räderformmaschine für Räder von 1300—1800 mm Durchmesser und bis 70 mm Theilung	347
XVIII	Formmaschine für Doppelräder von 20 und 80 Zähnen und 3—6 mm Theilung	353
XIX	Formmaschine (von Hahn)	418
XX	Hydraulische Formmaschine	421
XXI	Schablonenformerei	423
XXII	Beispiele der Cylinderformerei	274
XXIII	Emailleschmelzofen	467
XXIV	Emaillirofen	474
XXV	Giessereianlage für Bau- und Maschinenguss	597
XXVI	Giessereianlage für mittleren Betrieb	597
XXVII	Röhrengiesserei	503
XXVIII	Presse für Röhren von 500 mm Durchmesser	507
XXIX	Walzendrehbank	540

An Texttafeln sind vorhanden:

Westfälischer Tiegelofen (sogen. oberirdischer), S. 112.

Joly'sche Constructionen für Träger u. s. w., S. 184.

Form eines Pochtroges für Amalgamirzwecke mit Fig. 131—135, S. 275.

Drittes Buch.

Der Betrieb der Giessereien.

Einleitende Bemerkungen und Eintheilung.

Der Besprechung aller Betriebsmaterialien und der sämmtlichen Betriebsvorrichtungen, welche in den beiden ersten Abschnitten stattgefunden hat, folgt nunmehr die Schilderung der Arbeit selbst, d. h. aller Processe und Methoden, welche den Betrieb der Giessereien zusammensetzen.

In jeder dieser Arbeiten lassen sich zwei verschiedene Momente erkennen, einmal das auf mechanisch-technologische Grundsätze gestützte, ohne Rücksicht auf besondere Materialien aufzufassende Arbeitsgesetz und dann die in seiner Anwendung auf einen einzigen Fall begriffene Summe besonderer technischer Kunstgriffe, das specielle Arbeitsverfahren.

Diese Betrachtung giebt einen Fingerzeig zur Classification des Materials dieses Buches, welches danach in einen allgemeinen und einen speciellen Theil zerfallen dürfte.

Der allgemeine Verlauf und Gang des Betriebes würde hiernach der ersten Hälfte zufallen, während die Beschreibung besonderer Arbeiten oder einzelner Fabrikationszweige die zweite Hälfte des Ganzen ausmachen dürfte.

Jene enthält den von der ersten Vorbereitung der Materialien bis zu der Vollendung der fertigen Waare systematisch fortschreitenden Verlauf des Betriebes in allen Hauptstadien geschildert, soweit der Standpunkt der allgemeinen Beschreibung es zulässt. Die zweite Hälfte betrachtet einzelne wichtige Fabrikationszweige in ihrer ganzen Ausdehnung vom Rohen zum Fertigen. Es werden dabei nur die Einzelheiten der technischen Methoden, nicht die allgemeinen Grundzüge des Verfahrens behandelt.

Erste Abtheilung.

Der allgemeine Verlauf und Gang des Giesserei-betriebes.

Uebersicht und weitere Eintheilung.

Ueberblickt man den Betrieb der Giessereien, so zerfällt derselbe wie überhaupt auch jeder andere Betrieb in eine Reihe von Einzelarbeiten, welche technologische Unterschiede bieten und deshalb getrennt zu behandeln sind.

Die Reihenfolge kann verschieden gewählt werden, ebenso die Gruppirung zu Haupt- und Nebenarbeiten.

Der Verfasser glaubt seine frühere Ordnung und Behandlungsweise beibehalten zu sollen, ohne dadurch für sie ein Anrecht auf grössere Richtigkeit zu beanspruchen.

Wie in der Materialfrage das Gussmaterial den Reigen eröffnet, so erscheint beim Betreten des zugewiesenen Gebietes zunächst das Schmelzen des Gussmateriales, wie es in den verschiedenen im ersten Bande ausführlich behandelten Ofenconstructionen ausgeführt wird. Bei der Betrachtung des Ofenbetriebes lernt man am besten auch den weniger wichtigen der Nebenapparate, also der Gebläse und Aufzüge kennen; es erscheint nicht nothwendig, diesen als besonderes Kapitel zu behandeln.

Die zweite Frage ist die der Formmethoden selbst; die Darstellung der Form in den verschiedensten Substanzen, sowie die durch die allgemeinsten Gestaltungsbegriffe der Körper veranlasste Theilung der Form kommen vorwiegend zur Sprache.

Die Ausführung des Gusses findet in jedem besonderen Falle die nöthige Berücksichtigung, obwohl, wie sehr Vieles gerade in dieser Abtheilung, das Wichtigste erst in der zweiten Hälfte des ganzen Abschnittes gesagt werden kann.

Eng verbunden hiermit tritt die Frage nach der Anfertigung der Modelle auf, eine Frage, deren Wichtigkeit bereits mehrfach angedeutet worden ist. Es wird hierbei nicht allein der Betrieb der

Modelltischlerei und der Modellirwerkstätten zu besprechen sein; auch allgemeine Grundsätze in Betreff der Theilung von Modellen u. s. w. müssen zur Sprache kommen.

Die Vollendung der erzielten Fabrikate durch Bearbeitung, Zusammensetzung und Verzierung bildet den Schluss dieser vorläufigen Schilderung des Betriebes und zergliedert sich in eine grössere Zahl von Manipulationen, welche, nur im Ganzen betrachtet, den drei vorhergehenden Fragen gegenüber, Bedeutung gewinnen.

Die Abschnitte, die sich hiernach von selbst ergeben, sind folgende:

1) Das Schmelzen der Gussmaterialien, der Ofenbetrieb nebst Zubehör, sowie die Einrichtung der Ofenanlagen.
2) Die Darstellung der Formen einschliesslich der Modellherstellung, das Giessen und Herausnehmen der Gussstücke.
3) Die weitere Behandlung der Gussstücke, ihre Bearbeitung, Zusammensetzung und Verzierung.

Für die verschiedene Gliederung des Stoffes folgte der Verfasser zum Theil der lichtvollen Disposition, welche Karmarsch für die Behandlung der mechanischen Technologie der Metalle mit so vielem Erfolge angewandt hat. Nur vereinigen sich in seinem Werke die hier besonders getrennten zwei ersten Kapitel zu einem Ganzen, der Darstellung roher Formen aus Metall; beide Dispositionen sind durch die verschiedene Ausdehnung der jederseitigen Gebiete vollkommen berechtigt.

1. Abschnitt.

Von dem Schmelzen der Gussmaterialien, dem Ofenbetriebe und der Einrichtung der Ofenanlage.

Wie bereits im ersten Bande angeführt worden ist, kann man das Schmelzen des Roheisens hauptsächlich in drei verschiedenen Apparaten ausführen, den Tiegelöfen, den Schachtöfen und den Flammöfen. Hierzu gesellt sich der auf Giessereiroheisen gehende Hochofen, dessen Betrieb in Band I, S. 12 die für den Eisengiessereitechniker erforderliche übersichtliche Schilderung erfahren hat.

Ein Hochofen mit Schöpfherd zum ausschliesslichen Betriebe auf Gusswaare hat gleichfalls in Band I, Taf. I Darstellung und S. 472 u. ff. Besprechung gefunden.

Den Eigenthümlichkeiten der Apparate entsprechen vielfach besondere Abweichungen im Gange und in der Leitung der in denselben bewirkten Schmelzprocesse. Auch die ökonomischen Resultate sind bekanntlich verschiedene, da die Brennstoffe in den drei Apparaten nicht gleich vortheilhaft ausgenutzt werden können. Trotzdem wendet man die im I. Bande, 2. Buch, S. 472 u. ff. beschriebenen Betriebsvorrichtungen nebeneinander an, weil sowohl das zu erreichende Ziel des Gusses, als auch bestimmte lokale Bedingungen die ökonomischen und technischen Rücksichten beeinflussen können.

Die Substanz des Abschnittes wird in folgende Kapitel zerfallen:

1) Beschreibung des Ofenbetriebes.
2) Wärmehaushalt des Ofenbetriebes.
3) Einrichtungen von Ofenanlagen.

1. Kapitel.

Beschreibung des Ofenbetriebes.

Der Ofenbetrieb zum Schmelzen der Gussmaterialien ist im Allgemeinen ein ziemlich einfacher, weil er wesentlich physikalische Veränderungen der Einsätze bezweckt und chemische Veränderungen thunlichst ausschliessen möchte.

Dadurch unterscheidet er sich von den in dem metallurgischen und technisch-chemischen Gewerbe vorkommenden Ofenbetrieben, wo namentlich oxydirende und reducirende Wirkungen neben rein calorischen auftreten.

Der Umschmelzprocess für die Metalle und Legirungen wird in den früher charakterisirten Ofenarten ausgeführt, den Tiegelöfen, Schachtöfen und Flammöfen, nach welchen sich auch die Besprechung des Betriebes gliedert.

A. Betrieb der Tiegelöfen.

Das Schmelzen in Tiegeln bietet wenig Abwechselung und Eigenthümlichkeiten, weil hier nur ein technischer Zweck vorherrscht — nämlich das Erzielen möglichst dünnflüssigen Gusses — und nicht so viel Einflüsse in Rechnung gezogen werden müssen, als bei den übrigen Schmelzapparaten.

Das Material, in gewissenhaftester Weise ausgesucht, der darzustellenden Waare in seinen sämmtlichen Eigenschaften vollkommen entsprechend, wird in einem allseitig geschlossenen Gefässe erhitzt, ohne mit dem Brennstoff oder den gasförmigen Producten der Verbrennung in unmittelbare Berührung zu kommen.

Demnach erscheint es vorzugsweise technische Grundlage der Tiegelschmelzerei, die Wirkung des Brennstoffes möglichst zu

benutzen und die wirthschaftliche Rücksicht vor Allem walten zu lassen, soweit es bei der Darstellung eines hitzigen Gusses in kleinen Portionen überhaupt angeht. Ein weiteres Interesse waltet in Betreff der Tiegel selbst ob; man geht sehr sorgfältig mit denselben um und sucht sie öfters zu benutzen. Die Tiegel werden deshalb vorsichtig angewärmt und nach dem Guss mit grösserer Sorgfalt behandelt.

Der vergleichsweise geringe Umfang der Tiegelgiesserei tritt noch zu all' diesen charakteristischen Merkmalen und prägt sie noch besonders aus. Ausser den aus Metallen und Legirungen dargestellten Kunst- und Luxusgegenständen sind es hauptsächlich die allerdings zahlreichen „schmiedbar" gemachten oder getemperten Güsse, sowie die nahe verwandten Gusswaaren aus Stahl u. s. w., welche ihre Darstellung der Tiegelschmelzerei vorwiegend verdanken.

Die Wahl des geeigneten Gussmaterials wird bei der Tiegelgiesserei kaum beschränkt, da das Umschmelzen in Tiegeln einen erheblicheren Einfluss auf die Beschaffenheit nicht übt und weil nur die verschiedenen Erstarrungsumstände die letztere im gewissen Umfange zu verändern vermag. Lediglich die Massenverhältnisse der Waare sprechen hier mit und insofern, als der Tiegelguss der Regel nach zur Herstellung kleinerer Stücke benutzt wird, kann von bestimmten Anforderungen an das Tiegelgussmaterial die Rede sein.

Beim Gusseisen galten z. B. früher eine Reihe von Grundsätzen, welche lediglich in dem Verhalten des Gussmaterials beim Erstarren wurzelten und meist auf die Erzielung eines richtigen Verhältnisses zwischen Flüssigkeitsgrad und Festigkeit (neben Bearbeitbarkeit) gerichtet waren.

Eine Gattirung von grauem Roheisen zweiter Schmelzung (Flammofenproduct) mit dem vorher durch öfteres Umschmelzen weiss gewordenen Roheisen erwies sich für Tiegelguss oft sehr brauchbar; das Eisen wurde, sobald es bei energischer Hitze umgeschmolzen, sehr flüssig, erhielt glatte Oberflächen und füllte die feinsten Theile der Form mit grosser Schärfe. Selbst weisses Roheisen von scharfem Gange konnte, mit grauem Roheisen gattirt, angewandt werden, und war alsdann starke Schmelzhitze und gutes Umrühren vor dem Giessen zu empfehlen. Im Allgemeinen erwies es sich nothwendig, sobald halbirte und weisse Roheisensorten ihrer Dünnflüssigkeit wegen zu Tiegelguss gewählt werden, auf möglichste Reinheit des Eisens und Abwesenheit aller Substanzen zu sehen, welche das Eisen gewöhnlich schwächen.[1])

Das Schmelzverfahren selbst ist sehr einfach und variirt nur nach der Disposition der Oefen und nach der Natur der Tiegel etwas. Gut ist es, die Tiegel unmittelbar vor dem Gebrauche zu prüfen und jeden derselben auszuscheiden, der einen dumpfen Klang giebt, oder sonst den geringsten Fehler besitzt. Um auch blosse Continuitätsfehler zu erkennen, die noch nicht Sprünge geworden sind, solche aber veranlassen könnten, ist es angemessen, den Versuch mit dem Anklingen

1) In diesem Sinne wurde früher das härteste weisse Eisen von Geislautern zur Darstellung der bewunderungswürdigen Visitenkarten der Saynerhütte benutzt.

so vorzunehmen, dass man den Tiegel freischwebend mit zwei Fingern der einen Hand hält und mit dem Knöchel des anderen Mittelfingers dagegen schlägt. Die kleinste Ungleichmässigkeit in der Tiegelmasse oder in der Abmessung genügt, den Tiegel unbrauchbar zu machen.

Nach dieser sorgfältigen Prüfung stellt man den Tiegel verkehrt über die Oeffnung des Ofenschachtes auf zwei gekreuzte Brechstangen und lässt ihn warm werden. Wenn er heiss genug scheint, beginnt man bei Gebläsetiegelöfen (vergl. Band I, S. 480, Fig. 13) zu blasen und dadurch die Flamme in die Höhe zu treiben, die dann auch den Tiegel erreicht. Nach einiger Zeit lässt man ihn, aber immer noch mit der Oeffnung nach unten gekehrt, in den Ofen bis auf die Brennstoffe herab und erhitzt ihn zur vollkommenen Weissgluth. Jetzt dreht man ihn um und stellt ihn aufrecht in den Ofen an die bestimmte Stelle, wobei eventuell eine Thonscheibe als Unterlage auf dem Roste sich befinden muss.

Der Brennstoff wird dabei selbstverständlich in möglichst gleichförmig zerkleintem Zustande angewandt, um den Ofenraum gut zu füllen und keine Lücken zu lassen.

Bei Tiegelöfen mit gewöhnlichem Luftzuge wird der Tiegel nach einer gewissen Vorwärmung in einer Darrkammer oder dergl. auf den Brennstoff gelegt und später aufgestellt.

Bequemer ist eine andere Methode, welche u. A. von Guettier angegeben wird und welche bei dem Windofenbetriebe überhaupt die gebräuchlichere ist.

Man besetzt den Ofen mit glühenden Kohlen oder lässt so weit abbrennen, dass der Rost hinreichend bedeckt ist, stellt den Tiegel verkehrt hinein und füllt mit Kohlen so lange nach, bis der Tiegel kaum mehr zu sehen ist. Gut ist es, hierbei sich der Holzkohlen zu bedienen (auch wenn das eigentliche Schmelzen mit Cokes stattfindet) und unter denselben die weicheren Sorten zu wählen, da die harten Kohlen zu leicht zerspringen und zu Beschädigungen des Tiegels Veranlassung geben können. Dasselbe gilt für den Feuchtigkeitsgehalt, der möglichst gering sein soll; nasse Kohlen beim Tiegelschmelzen überhaupt anzuwenden, ist durchaus nachtheilig.

Das Feuer, dem natürlichen Luftzuge überlassen, schreitet langsam vorwärts und verbreitet sich in der ganzen Kohlenmasse, die allmälig rothglühend wird. Man lässt aber den Tiegel so lange durchglühen, bis die Kohlen wiederum niedergebrannt sind und den Rost bedecken, holt ihn dann heraus, um ihn anzusehen und endgültig zum Besetzen aufzustellen.

Handelt es sich um den Siemens'schen Gasofen zum Tiegelschmelzen, so muss man die Tiegel in höhere Temperatur versetzen, als beim gewöhnlichen Tiegelofenbetriebe, indem später eine intensive Weissgluth auf dieselben einwirkt, die sich nicht mässigen lässt.

Man benutzt dazu besondere Flammöfen mit geräumigen hochgewölbten Herden, in welchen man die Tiegel aufstapelt.

Bei der Gussstahlfabrikation brennt man vielfach die sehr langsam, aber schliesslich scharf getrockneten Tiegel eigener Herstellung in solchen Oefen.

Trotz der höheren Temperatur der Gasöfen pflegen sich aber die Tiegel auch in solchen Oefen besser zu bewähren, da sie nicht der directen Berührung mit glühenden Brennstoffen ausgesetzt sind.

Oft zeigen sich aber erst bei dem zweiten intensiveren Glühen Fehler, welche nach dem ersten Glühen dem Auge des Schmelzers entgangen waren.

Die Besetzung des Tiegels beginnt, wenn er fest auf dem Roste oder dem Herde der Flamm- oder Gasöfen steht. Das Metall in passenden Stücken wird, leicht vorgewärmt, in den Tiegel geschüttet, wozu man sich langer und leichter Zangen oder bei tiefer Stellung der Tiegel auch besonderer Schütttrichter bedient. Die Chargen von 3—10 kg werden nacheinander eingesetzt und rasch geschmolzen, wobei es durch Zudecken des Tiegels möglich ist, die Luft abzuhalten. Bei diesen ersten Arbeiten beobachtet man immerwährend den Zustand des Tiegels und sucht vielfach die an dem Rande sich einstellenden Sprünge durch Glasscherben oder andere Hülfsmittel zu flicken; bei Rissen am Boden ist es erforderlich, den Tiegel aus dem Ofen zu nehmen und den Schaden gründlich zu repariren, wenn man nicht (was entschieden besser ist) vorzieht, den Tiegel auszuwechseln. Das Letztere ist selbstverständlich, wenn die Charge bereits ganz oder theilweise aus dem Tiegel geflossen ist. Zur Haltbarkeit der Tiegel trägt die Anwendung des Käses oder der auf dem Roste ruhenden kreisförmigen Thonplatte sehr viel bei, da sie den kalten Luftzug von unten her auffängt und ihrer einfachen Form wegen besser verträgt, als der durch ungünstige Massenvertheilung noch dazu in seiner Haltbarkeit gefährdete Tiegeluntertheil. Der letztere befindet sich infolge dieser Vorsichtsmaassregel in einer intensiveren aber gleichförmigen Hitze, welche der in geringer Entfernung vom Roste liegenden Ofenzone besonders eigen ist, und die Schmelzung kann um so rascher eintreten.

Wenn es sich um das Gattiren verschiedener Eisensorten oder um die Herstellung von Legirungen handelt, ist es im Allgemeinen erforderlich, diejenigen zuerst einzusetzen, welche sich am wenigsten verändern, oder deren Veränderung keinen Schaden bringt. Wenn es sich darum handeln würde, halbirten Guss aus Mischungen von Spiegeleisen und schwedischem grauen Eisen zu machen, wäre es gerathen, das Spiegeleisen rasch zu schmelzen und dann das reine, deshalb empfindlichere schwedische Eisen hinzuzusetzen. Besser noch ist es, alles Spiegeleisen und einen Theil des schwedischen Roheisens gleichzeitig einzusetzen, zu schmelzen und zu mischen; schliesslich kann dann der Rest des schwedischen Eisens zugesetzt werden.[1])

Die Praxis bei der Darstellung der Legirungen ist bei deren Besprechung Band I, S. 223 u. ff. gelegentlich erwähnt, ausserdem aber noch speciell auf S. 347 betreffs der Kupferlegirungen dargestellt worden.

1) Aehnlich, doch aus einem etwas anderen Grunde, wurde früher bei dem Martiniren verfahren, wo die Schmiedeeisen- und Stahlabfälle in dem Roheisenbade eingetränkt wurden. Jetzt setzt man Alles zugleich ein und schmilzt. Vergl. Band I.

Die Giessbereitschaft tritt ein, sobald der Besatz des Tiegels in geschmolzenem Zustande mehrere Minuten einem genügenden Scharffeuer ausgesetzt gewesen ist und das Metall oder die Legirung einen bestimmten Grad der Flüssigkeit erhalten hat. Während des Schmelzens muss der Tiegel öfter aufgedeckt und nachgesehen werden, um sich über den passenden Zeitpunkt zum Gusse zu unterrichten.

Sobald das flüssige Metall steigt, d. h. alle festen Stücke untersinken und allmälig ganz verschwinden, muss noch einmal tüchtig Brennstoff aufgefüllt werden; ist derselbe so weit niedergebrannt, dass man den Tiegel mit den Tiegelzangen bequem fassen kann, so wird zum Ausheben geschritten.

Die Tiegelzangen sind von verschiedener Gestalt und Grösse, haben aber alle den gemeinschaftlichen Charakter, dass ihre Klauen rund gebogen sein müssen, um die Tiegelwände zu umspannen.

Bei Oefen, deren Mündungen hinlänglich tief und dabei frei liegen, senkt man die Zangen von oben herein, umschliesst den Bauch der Gefässe, hebt sie aus, oft mit der Hülfe eines leichten Krahns oder einer einfachen Vorrichtung (siehe Fig. 11 u. 12 in Band I, S. 477 u. 478).

In manchen Messinggiessereien liegen die Oefen in Kaminnischen, die nach der Giesserei zu durch Thüren verschliessbar sind und in welchen man an der Ofenflamme oft die Formen trocknet.

Dann muss man Tiegelzangen mit gekröpften Klauen und wagerecht liegenden Schenkeln verwenden, welche ebenfalls durch einfache Hebevorrichtungen gefasst werden.

Ist der Tiegel zu gross, um von einem Arbeiter gefüllt herausgehoben werden zu können, so kann man auch an einem der Schenkel einen Ring anschweissen lassen, weit genug, um eine Brechstange durchschieben zu können, und so angebracht, dass dieses noch ausserhalb des Ofens geschehen kann.

Dann vermögen zwei Arbeiter bequem den Tiegel zu fassen und nach den Gussformen hinzutragen; der Guss geschieht einfach durch Neigen der Zangenschenkel, höchstens hilft ein dritter Gehülfe nach, indem er mit einer gewöhnlichen eisernen Schaufel den Boden des Tiegels stützt.

Besser ist es selbstverständlich, sobald der Tiegel einen gewissen Inhalt hat, sich einer Giessgabel zu bedienen. Ein mit einer Gabel an einem, einer einfachen Stange am anderen Ende versehener Ring von hinreichender Weite, um den Tiegel aufzunehmen und zu stützen, liegt auf der Hüttensohle bereit. Die Schmelzer setzen den Tiegel, wie er aus dem Ofen gehoben ist, sofort in den Ring, machen die Tiegelzange los, schlagen den Deckel des Tiegels ab, ziehen die Schlacke weg und heben die Gabel mit dem im Ringe hängenden Tiegel, um nach der Form hinzugehen. Erweist sich der Tiegel nach geschehenem Guss noch brauchbar, so kann er sofort wieder in den Ofen kommen und neu besetzt werden.

Die Leitung der Arbeit in Tiegelöfen verlangt in der Regel mehr Sorgfalt als Kunst; dennoch lässt sich nicht läugnen, dass bei sehr strengflüssigen Metallen und Legirungen eine bedeutende Uebung nöthig ist, um den Guss mit der erforderlichen Sparsamkeit im Brennstoffconsum und Tiegelverbrauch zu bewirken.

Die Schwierigkeiten steigern sich, wenn der allerdings seltenere Fall eintritt, dass ein schweres Stück in dieser Weise hergestellt werden soll; dann muss die Schmelzung in mehreren Tiegeln geschehen, und es kommt darauf an, deren Betrieb und Gang so zu lenken, dass alle möglichst gleichzeitig giessbereit stehen. Wie weit man darin die Technik, verbunden mit der Disciplin der Massen, treiben kann, geht aus den Resultaten der Gussstahlfabriken hervor, welche in Tiegeln das Material zu Güssen bis zu 35 t Stahl herzustellen vermocht haben.

Solche Aufgaben treten niemals an den gewöhnlichen Betrieb heran, um so weniger, als selbst kleine Gegenstände ebenso tadelfrei aus gut geführten Schachtöfen gegossen werden können, sobald man nur in der Auswahl des Materials vorsichtig ist und den Betrieb zweckmässig einrichtet.

Selbstverständlich erstreckt sich diese Möglichkeit nur auf solche Gussmetalle, die das Schachtofenschmelzen vertragen können, d. h. Gusseisen- und manche Stahlsorten.

Kupfer- und andere Legirungen werden vorwiegend in Tiegel-, ausnahmsweise in Flammöfen zu schmelzen sein und deshalb werden selbst grössere Eisengiessereien immer Tiegelöfen haben müssen, weil man alle Metallgemische, welche zur Herstellung von Modellen gebraucht werden, gewöhnlich in Tiegeln flüssig macht, ganz abgesehen von dem gelegentlich von solchen Giessereien zu liefernden Rothguss. Sind die Oefen, Tiegel und Geräthe einmal vorhanden, so wird man auch besonders feine Dinge aus Gusseisen und Stahl, z. B. Schmucksachen, Medaillen- und Gemmenabgüsse aus Tiegeln giessen, weil der Preis derselben es eher gestattet, eine an sich kostspielige Schmelzerei anzuwenden.

Man findet deshalb namentlich den Tiegelofenbetrieb für Gusseisen fast nur noch für die Herstellung des schmiedbaren Gusses in Thätigkeit und Betrieb. Aber selbst dieser Industriezweig braucht sich seiner nicht mehr ausschliesslich zu bedienen, obschon es zu seinem Erfolge nöthig ist, eine bestimmte Eisenqualität zu behalten; eine solche muss vor dem Schmelzen gattirt und möglichst gleichmässig verändert in flüssigen Zustand übergeführt werden. Man hat es durch fortgesetzte Versuche und Studium fertig gebracht, auch diese Waaren in Schachtöfen herzustellen.

Eine Art Gusswaaren, für welche der Tiegelguss beibehalten worden, bilden die unter Aluminiumzusatz hergestellten Mitisgüsse (vergl. Band I, S. 220 u. 496), deren Qualität von einer gleichmässigen und gleichbleibenden Zusammensetzung der Einsätze wohl sehr abhängig ist.

Darüber wie über vereinzelte Schmelzarbeiten für Legirungen wird in der zweiten Abtheilung dieses Buches zu berichten sein, wo einzelne Fabrikationszweige von Belang beschrieben werden sollen.

B. Betrieb der Schachtöfen.

Der Betrieb der für den Giessereibetrieb hauptsächlich in Betracht kommenden Schachtöfen, der Cupolöfen (vergl. Band I, S. 497), setzt sich aus verschiedenen Einzelvorgängen zusammen.

Wahl und Vorbereitung des umzuschmelzenden Metalles, der etwaigen Zuschläge, sowie des Brennstoffes, Aufgabe, Führung des Gebläsewindes, Leitung der Abstiche sind ausser der Vorbereitung und Instandhaltung der Schmelzapparate wohl die hauptsächlichsten in Betracht kommenden Verrichtungen.

Die zuletzt genannten Arbeiten, wie auch die des Baues der Schmelzöfen ergeben sich aus der Beschreibung verschiedener Schachtofenarten und sind Band I, S. 508 speciell erwähnt und gekennzeichnet worden.

Obschon nun, wie nachgewiesen, eine grosse Mannigfaltigkeit in der Gestaltung des Ofeninnern sich noch immer in der Praxis kundgiebt, allerdings hervorgerufen durch das Bestreben, den Ofenbetrieb stetig zu vervollkommnen, ist der Letztere an sich, d. h. die Leitung des ganzen Schmelzvorganges, ziemlich gleich und wird in seinen etwaigen Unterschieden nur durch die Rücksichten auf die Beschaffenheit des Rohmaterials und auf die gewünschte Eigenart der Producte bedingt.

Das hauptsächlich in Betracht kommende Rohmaterial ist das Gusseisen, da selbst andere Eisenfabrikate selten, sonstige Metalle und Metallgemische nie in Schachtöfen zu Giesszwecken umgeschmolzen werden; es kommen mithin nur die Band I, S. 25 u. ff. beschriebenen Roheisensorten und auch nur, soweit sie sich zur Gusswaarendarstellung eignen, in Bezugnahme und Verwendung.

Daneben kann auch noch solcher Sorten gedacht werden, welche für Flusseisenbetriebe in Schachtöfen eingeschmolzen und nicht selten überhitzt werden müssen, weil sich aus diesem nicht zu Giessereizwecken umgehenden Betriebe bereits manche interessante Erfahrung ergeben hat, die dem Giessereibetriebe selbst zugute gekommen ist.

Namentlich veranlassten diese Betriebe eingehende Untersuchungen über den Umfang der in den gewöhnlichen Umschmelzöfen, anfänglich Flammöfen, später Schachtöfen, vor sich gehenden Veränderung des Roheisens, weil die Menge und das Verhältniss der Nebenstoffe für die weitere Behandlung des Schmelzproductes von grösserer Wichtigkeit war, als wenn Gusswaare daraus hätte dargestellt werden sollen.

Man fand durch häufig wiederholte Analysen, dass neben dem Eisen selbst sich diese Nebenstoffe durch Oxydation verminderten und dass diese Oxydationen in einer bestimmten, von dem Verwandtschaftsgrade zum Sauerstoffe abhängigen Reihenfolge sich abspielten, ähnlich wie bei den zur Darstellung von schmiedbaren Eisenfabrikaten benutzten Processen.

Hier wie dort zeigte sich zuerst die Verminderung des Mangangehaltes, dann des Siliciumgehaltes, endlich des Kohlengehaltes, während Phosphor und Schwefel unverändert blieben, so dass das Product sogar reicher daran wird.

Durch starke Temperaturzunahme wurde wesentlich nur das Verhalten des Kohlenstoffs beeinflusst, indem dessen Verbrennung neben der des Silicium und vor deren Beendigung eintrat, so dass selbst nach dem fast völligen Verschwinden des Kohlenstoffes noch Silicium im Fabrikate und gewissermaassen als Ersatz der Kohle zurückblieb (vergl. Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, III, 278).

Das Gesammtresultat dieser Veränderung ist das bereits früher hervorgehobene allmälige Hell- oder Weisswerden des Roheisens nach wiederholten Umschmelzungen und das verschiedene Verhalten der Roheisensorten je nach ihrer chemischen Zusammensetzung.

Ein manganreicheres Roheisen behält seinen Charakter länger als ein manganärmeres, d. h. es verträgt eine grössere Zahl von Umschmelzungen, ehe es eine unbrauchbare Beschaffenheit erhält. Dasselbe gilt von einem siliciumreicheren Roheisen von stark graphitischer Beschaffenheit.

Die äusseren Folgen dieser Veränderungen sind bereits früher (Band I, S. 72) im Hinblick auf die Textur besprochen worden. In Vervollständigung dieser und anderer Ausführungen mag noch auf die Erfahrungen aufmerksam gemacht werden, welche bei Versuchen über allmälige Veränderung des Roheisens durch wiederholte Umschmelzungen gemacht worden sind. Bei sehr heftigem, d. h. scharfem Umschmelzen durch gesteigerte Windzufuhr, raschem Gichtenwechsel u. s. w. trat das Weisswerden eher ein, als bei gewöhnlichem Betriebe. Es wurden diese Versuche mit einem manganarmen Roheisen gemacht, welches hinsichtlich seiner Veränderlichkeit durch Umschmelzungen weit hinter dem schottischen Roheisen zurückstand. Der mangelnde Phosphorgehalt kann zur Gestaltung des Veränderungsprocesses auch Einiges beigetragen haben.[1])

Ausser diesen oxydirenden Einflüssen bei der Roheisenumschmelzung treten im Cupolofenbetriebe, wo brennendes Kohlenoxyd stets vorhanden ist, auch kohlende Einflüsse und im Contact der Schlacken auch wohl silicirende Wirkungen auf das Gusseisen auf, wodurch jene oxydirenden Wirkungen zum Theil annullirt oder eingeschränkt werden.[2])

Durch dieses Zusammenwirken verschiedener Umstände ist das Erzielen genauer Zusammensetzungen nur möglich, wenn für ganz genau bestimmte Gemische die Veränderung bei einem ganz bestimmt geführten Betrieb empirisch festgestellt und nunmehr bei der Zusammensetzung des Gemisches aus ebenso genau bekannten Materialien berücksichtigt wird.

Mit Proben und Verändern der Behandlung kann hier nichts gethan werden, da die Schmelzmassen sich bewegen und nicht, wie im

1) Nach Privatmittheilungen.

2) Durch Halten der Schlacken in den Oefen neben entsprechender Höhe des Cokesverbrauchs gelingt es, den Siliciumgehalt des Roheisens und damit die Graphitirung in einer bestimmten, durch den Zweck gebotenen Höhe zu erhalten, ein Verfahren, das namentlich bei der Geschossfabrikation Erfolge gegeben hat.

Flammofen, an derselben Stelle Veränderungen durchlaufen, die sich feststellen lassen.

Für den Giessereibetrieb sind ohnehin die Veränderungen im Allgemeinen nicht so sehr wichtig, wie für die Betriebe bei der Darstellung schmiedbarer Fabrikate, und man hilft sich in besonders empfindlichen Fällen (Hartguss, Temperguss u. s. w.) mit Probe und Einzeluntersuchung, namentlich aber mit der Sicherung gleichen Materiales. Näheres darüber wird bei der Behandlung dieser Fabrikationszweige mitzutheilen sein.

Von der Inbetriebsetzung der Cupolöfen.

Dieselbe findet bei dem Giessereibetriebe täglich statt, da die Oefen niemals continuirlich, selten den ganzen Tag und häufig nur alle paar Tage gehen. Nachdem der Herd ausgebessert oder erneuert und lufttrocken geworden ist, wird, um den Herd selbst rasch warm zu bekommen, die Thür des Eisenkastens nicht gleich vorgeschoben, sondern die Oeffnung mit festen grossen Cokesstücken möglichst dicht zugesetzt. Hinter diesen lebendigen Rost wird Feuer geschüttet und mit kleineren, aber rein gehaltenen Cokes, am besten aus dem Ofen gekratzten groben Cinders des Vorabends bedeckt und demnächst bis zu einer gewissen, durch Erfahrung bestimmten Höhe der Ofenschacht mit Cokes angefüllt. Ist der Schacht oder der ganze Ofen vollständig neu erbaut, so muss dem Füllen mit Cokes ein längeres, 12—15 Stunden dauerndes Anwärmen mit leichtem Flammenfeuer vorhergehen und dann schliesslich zum Füllen mit Holzkohlen oder Torf und Kleinholz geschritten werden, denen Cokes beigemengt sein können. Erst dann kann zum wirklichen Füllen mit reinen Cokes übergegangen werden.

Dieses Füllen des Ofens bildet einen gleichmässigen Verbrauchsantheil jedes Schmelzens (Campagne oder Schicht), dem gegenüber die Menge des nachher durchgeschmolzenen Roheisens so gross oder so klein sein kann, als es die Umstände ergeben. Während demnach die Kosten des Füllens bei einem grösseren Ofen absolut grösser, bei einem kleineren absolut kleiner sind, vertheilen sie sich ausserdem auf eine grössere Gusswaarenerzeugung günstiger als auf eine kleinere, ohne darum aufzuhören, einen unangenehmen, weil nicht unmittelbar productiven Verbrauchsantheil des Haushaltes zu bilden.

Es erscheint daher ganz natürlich, dass viele Giessereiverwaltungen darauf hin gearbeitet haben, diesen Verbrauchsantheil möglichst zu verkleinern, und in der That lassen sich die Ersparnisse fast aller neueren Ofenarten und Betriebe vielfach allein auf die Verminderung des Füllquantums zurückführen. Was bezweckt in der That das Füllen? und wie weit vermag man in der Einschränkung desselben ohne Schaden für den Ofenbetrieb zu gehen? Das Füllen soll den Ofen so weit erhitzen, dass die erste Eisengicht während des Niedergehens bequem schmelzen kann und einen heissen Herd findet, um flüssig bleiben zu können.

In früherer Zeit füllte man, wie auch beim Hochofen, bis an die Gicht und begann womöglich erst dann mit dem Blasen, wenn die

ganze Säule in vollem Brande stand. Erst, nachdem eine Zeit lang geblasen worden war, setzte man die ersten, sehr knappen Eisengichten, und trotz aller dieser Vorsichtsmaassregeln war das zuerst abgestochene Eisen oft matt und untauglich.[1]) Dieses Resultat lässt sich weit einfacher und billiger erreichen, wenn man nur bis über die Formen füllt und ohne Wind den Ofen bei offener Thür stehen lässt, bis er ordentlich in das Glühen gelangt ist.

Besonders nothwendig ist das ausreichende Erwärmen des Bodens der Cupolöfen bei den Profilen, die in der Mitte oder dicht unterhalb derselben in der Zone grösster Hitze eine Einschnürung besitzen, also bei der Formenreihe, welcher der mährische Cupolofen, die Cupolöfen von Ireland, Hinton und Mackenzie, in gewissem Maasse auch der Cupolofen von Krigar und Anderen angehören.

Bei diesen Oefen kommt es darauf an, die Hitze auch unter der Verengung zusammenzuhalten; man bewirkte dieses bei dem mährischen Cupolofen durch Einlegen einer Nebendüse in die Stichöffnung der Vorsatzthür, während alle Oefen mit zwei Reihen Windzulässen unter Ausschluss der oberen Reihe sofort mit schwacher Pressung angeblasen oder auch ohne Wind besetzt werden können. Da bei dem älteren Krigar'schen Ofen die Windzuführungen nach unten zu, d. h. nach dem Boden des Ofens gerichtet waren, hatte die Aufgabe der Bodenvorwärmung hier durchaus keine Schwierigkeit, abgesehen davon, dass der später hinzugekommene Vorherd die ganze Vorwärmung sehr erleichterte. Daher bot dieser Schmelzapparat, wie auch die meisten anderen, genügende Garantien für die Ersparnisse an Brennstoffen. Ganz besonders ist für hinlängliche Vorwärmung des Bodens bei dem Winter'schen Cupolofen (Band I, S. 574) Sorge getragen worden.[2])

Das Anwärmen der Cupolöfen, so vorsichtig es auch geschieht, entbindet nicht von einer besonderen Verwendung der ersten Portionen flüssigen Roheisens, deren Beschaffenheit stets eine mehr oder minder matte ist. Es empfiehlt sich deshalb im Allgemeinen, für den Beginn des Schmelzens in einem Schachtofen ein leichtflüssigeres Eisen anzuwenden und zum Vergiessen desselben Formen von Gegenständen bereit zu halten, deren Zweck es gestattet, ein mattes Eisen zu ihrer Herstellung zu nehmen. Dadurch macht man auch die ersten Stadien des Betriebes nutzbar und vertheilt die Umschmelzkosten des Roh-

1) Guettier z. B. füllte die Oefen gewöhnlich bis an die Gicht und brannte an, indem er den Stich aufliess; nachdem die Säule heruntergebrannt war, gab er von neuem Cokes auf, deckte die Gicht mit einer Eisenplatte und blies, worauf das Feuer und die Flammen ihren Ausweg durch den Stich nahmen und auf diese Art der Boden des Ofens gründlich erhitzt wurde. Daher wahrscheinlich gab er zu, dass die Füllung und Vorwärmung des Ofens eine kostspielige Sache sei und den Betrieb stark belaste.

2) Es darf noch angeführt werden, dass kleine Giessereien, um dem Aufwand im Füllmaterial zu steuern, die Oefen möglichst verengt und hoch gemacht haben. Dadurch wurden zerlegbare Oefen, wie die von W. Wedding (siehe Band I, S. 518) und der Spandauer Geschützgiesserei nothwendig (S. 529).

eisens auf eine grössere Menge, wenn auch der Zuwachs aus Massen von geringerem Werthe besteht.

Vom Aufgeben der Beschickung.

Das Aufgeben der Beschickung muss, wie bei jedem Schachtofen, in passender Form und in abgemessenen Quantitäten geschehen.

Ganz besonders ist es aber beim Schmelzen des Gusseisens nothwendig, sorgsam zu verfahren, weil es hierbei auf Erreichung einer hohen Temperatur in vollster Gleichmässigkeit, dann aber auf möglichste Sparsamkeit im Brennstoffverbrauch ankommt.

Das Roheisen muss in gleich grossen Stücken von möglichst gleicher Gestaltung aufgegeben werden; ihre grösste Abmessung darf eigentlich den dritten Theil des Ofendurchmessers nicht übersteigen, besser ist es aber, nur den vierten Theil desselben als Maximum der Ausdehnung aller Eisenstücke festzuhalten. Hierbei ist nur mit schwachem Brucheisen eine Ausnahme zu machen, obwohl langgestreckte und dünne Trümmer von Ausschuss und Altgusseisen sich leicht im Ofen sperren und ein ungleiches Niedergehen veranlassen.

Von den Formen des Handels sind am bequemsten die jetzt allgemein üblichen Masseln, wie sie früher fast ausschliesslich bei schottischen und englischen Roheisensorten vorkamen, während die deutschen Flachstäbe und Platten, die ab und zu bei Holzkohlenroheisen wohl noch heute sich finden mögen, immer der Länge nach nochmals zerschlagen werden mussten. Bei jenen schlägt man nur ein Mal quer durch und erhält kurze Kolben von dem Verhältniss des Durchmessers zur Länge = 1 : 2, die sich bequem aufstapeln lassen.

Wenn die Cupulöfen den ganzen Tag gehen, kann es wohl vorkommen, dass auf das Roheisenschlagen nicht die gehörige Sorgfalt verwandt wird; der zu dem Behufe besonders angestellte Roheisenschläger oder der überzählige Aufgeber, der auf manchen Giessereien das Geschäft abwechselnd mit seinen Collegen versieht, muss dann ganz besonders controlirt werden. Die allgemeine Benutzung von Fallmaschinen nach Art der Rohschienenfallwerke würde auch hier Nutzen stiften, ist aber nicht überall angängig (vergl. Band I, S. 692).

Das Brennmaterial muss ebenfalls thunlichst in gleich grossen Stücken von bestimmter Grösse aufgegeben werden.

Hierbei fällt indessen eine Verletzung der früher gegebenen Regel nicht so schwer in das Gewicht, wie bei dem Roheisen; es empfiehlt sich indessen, immer die zu kleinen Stücke fortzubringen und namentlich den Grus nicht mit aufzugeben. Jene verbrennen zu rasch und lassen Zwischenräume in der Schmelzsäule entstehen, die zu Rücken und Kippen der Gichten Veranlassung geben; die sogenannte Cokeslösche aber ist fast unverbrennlich und macht die Arbeit hier wie im Eisenhochofen schmierig.

Die Menge bei jeder einzelnen Aufgabe, also das Maass der Gichten, wird in anderer Weise beim Eisen als bei dem Brenn-

stoff festgestellt. Das Roheisen wird stets, auch in den einzelnen Gichten, gewogen, während man sich für den Brennstoff vielfach noch des Messens bedient. Soviel auch im Princip gegen die Anwendung von Raummaassen in der Technik einzuwenden ist, so giebt es doch örtliche und praktische Gründe, die das Messen, allerdings in Verbindung mit Wägung grösserer Massen, beizubehalten empfehlen.

Will man das Wägen bei den Brennstoffen durchführen, so ist erforderlich, was auch Guettier (a. a. O. S. 181) ausdrücklich angiebt, dass sie geschützt und unter Dach aufbewahrt werden, damit sich ihr specifisches Gewicht durch Nasswerden u. s. w. nicht ändere.

Für die Haushaltungsberechnung ist jedenfalls erforderlich, die ausgemessenen Mengen verbrauchter Cokes nach den in den Haushaltsplänen des Werkes geltenden Verhältnissen in Gewichtsquantitäten umzurechnen. Dies geschieht vielfach bei Cokes eigener Erzeugung, doch ist es jedenfalls viel besser, wie bei angekauften Brennstoffen sich einer Brückenwaage zu bedienen und die einzelnen Anfuhren abzuwägen. Hat man ein hinreichend grosses Cokesmagazin und theilt man dasselbe in Compartimente, deren Inhalte getrennt verarbeitet werden, so ist es leicht, nach der Entleerung eines solchen die Raumgichten, deren Anzahl durch die Ofennotizen bekannt ist, auch dem Gewichte nach für kürzere Betriebsperioden zu berechnen.

Den mechanischen Vorzug verdient unbedingt das Messen, weil es rascher geschehen kann, während in technischer wie haushälterischer Beziehung das Wägen vortheilhafter erscheint. Durch Wägen ganzer Ladungen und Ausmessungen der Gichten kann man aber beides in verständiger Weise verbinden. Natürlich müssen die Messgefässe sorgsam geaicht und stets in gleicher Weise gefüllt sein, was durch Form und Construction erleichtert werden kann.[1])

Die zur Verschlackung des am Roheisen anhängenden Sandes von Zeit zu Zeit aufzugebenden Kalksteingichten werden nicht immer gewogen, sondern gewissermaassen nach Gutdünken aufgeschüttet. Es richtet sich der Zusatz sehr häufig nach dem Gang und Ofen und nach der bei dem Betriebe obwaltenden Sauberkeit und Regelmässigkeit. Unreine und ungleiche Beschickungen, Abfälle und Kleinbruch erfordern mehr Zuschläge als Roheisen von Gänzen und Barren.

Beim Beginn des Aufgebens wird durch Zuführung eines anfangs langsamen, allmälig gesteigerten und schliesslich zu vollster Lebhaftigkeit übergehenden Windstromes die Temperatur zur richtigen Höhe gebracht und in ähnlicher Weise auch der Gichtensatz vergrössert.

In welcher Weise diese Steigerung des Satzes auszuführen ist, darüber herrschen noch verschiedene Ansichten. Auf manchen Werken schaltet man zu Anfang mehrere Male blinde oder leere

1) Karsten sagt (a. a. O. S. 329) ausdrücklich: „Bei den Aufgebegefässen muss dem Arbeiter keine Willkür bleiben, sie mehr oder weniger gehäuft zu nehmen, weil dadurch bei kleinen Gichten eine bedeutende Differenz im Verbrauch entstehen würde; die Gefässe zu den Kohlengichten müssen so eingerichtet sein, dass sie, ganz glatt gestrichen, gerade das rechte Maass haben, insofern die Kohlen nicht ebenfalls dem Gewichte nach eingetragen werden.“

Gichten in die Reihenfolge ein, um mit dem Eisensatze nicht zu sehr herabgehen zu müssen und jedes Durchrollen zu verhüten. An anderen Orten verfährt man noch in althergebrachter Weise, indem man mit sehr kleinen Quantitäten Eisen beginnt und diese auf die herkömmliche Kohlengicht setzt, ohne Letztere periodisch zu verstärken.

Beide Methoden sind im Princip gleich, die verschiedene Form der Ausführung muss nur auf die Ofendimensionen zurückgeführt werden.

In der That sind deren Einflüsse wohl zu beachten: zunächst muss man festhalten, dass die Kohlengicht keine dünnere Schicht im Ofen darstellt, der Letztere sei noch so weit. Das absolute Maass der Kohlengicht muss hiernach zunehmen wie das Quadrat des Schachthalbmessers, wenn die Höhe der Kohlengicht in allen Oefen die gleiche sein soll.

Am bequemsten bemisst sich die zunehmende Gicht als Mehrfaches der kleinsten Gicht, wobei, da das Vielfache dieses Maasses und die berechnete Gicht nicht stets stimmen werden, eher der nächst höhere Coëfficient des Grundmaasses als der niedrigere zu nehmen ist. Durch diese Beziehung zum Ofendurchmesser stellt sich die Kohlengicht überhaupt als etwas Gleichbleibendes dar, und der Metallsatz als das Veränderliche; doch muss aber für einen Ofen von bestimmter Weite zunächst das kleinste Maass der anzuwendenden Kohlengicht ermittelt werden. Nach ihrer Grösse richtet sich dann die Schwere der ersten Eisengicht, welche mithin für grosse Oefen und entsprechende Kohlengichten bedeutender ausfallen muss.

Wenn nun auch in den meisten praktischen Fällen die Kohlengichthöhe den mechanischen Bedingungen des Nichtdurchrollens entspricht, so hat man doch in der Praxis des Ofenbetriebes gefunden, dass bei nicht ganz gleichförmigen und gleichartigen Cokes leicht Hohlräume ausbrennen, die zu plötzlichem Rutschen und Sinken Veranlassung geben und den Zusammenhang nicht allein der Einzelgicht, sondern der ganzen Schmelzsäule empfindlich stören können. Man ist deshalb bei grossen Oefen oder solchen mit energischem Betriebe dahin gelangt, die Kohlengicht nicht mehr im quadratischen Verhältnisse des Ofenradius zu berechnen, sondern darüber hinaus zu gehen und sich dem kubischen Verhältnisse zu nähern, ohne es zu erreichen.

Die meisten neueren Oefen bieten ausgezeichnete Beispiele dieser veränderten Betriebsführung.

Indem man mit schwachen Sätzen (bei kleinen Oefen und mittlerem Betrieb 1—1,5 Ctr. oder 50—70 kg Metall auf 0,055 cbm oder 1 Scheffel Cokes) zu schmelzen beginnt, wählt man von den des Tages über benöthigten Sorten diejenigen aus, die bei der niedrigsten Temperatur schmelzen oder keine Ueberhitzung verlangen. Wenn z. B. grosse Stücke zum eigenen Bedarf anzufertigen sind, so giesst man diese vortheilhaft aus dem ersten Eisen der Campagne.

Die Windführung des Ofens geschieht anfänglich vorsichtig und der Art, dass man nur schwache Windströme giebt, indem die Ventile nicht vollständig geöffnet sein dürfen. Die alte Ansicht, wenn möglich mit weiten Düsen zu beginnen und mit engeren fortzufahren, hat

sich nicht bewährt. Ebensowenig existirt noch das früher zeitweilig geschehene Manipuliren mit warmem und kaltem Winde, da die Winderhitzung beim Cupolofenbetriebe ganz aufgegeben ist. Wenn das erste Eisen vor die Formen tritt, kann man die Gicht verstärken, und geschieht dies anfänglich um kleinere, dann immer grössere Mengen, so lange bis das Maximum erreicht ist. Es frägt sich nun, wie erkennt man diesen Punkt in empirischer, aber sicherer Weise? Darauf lässt sich erwidern: an der Beschaffenheit des Eisens, welches aus dem Ofen fliesst und welches, obwohl etwas gleichmässiger und feiner im Korn, doch nicht grauer oder weisser sein darf, als das aufgegebene Material, und vor allen Dingen den erforderlichen Flüssigkeitsgrad besitzen muss, d. h. ebensowenig matt als übermässig heiss sein darf.[1])

Wie man den Satz vom Anblasen an allmälig steigert, lässt man ihn gegen das Ende des Schmelzens auch nicht plötzlich aufhören, sondern verringert die Quantität nach und nach, wobei man wohl thut, auch die letzten Portionen von dem Roheisen besonders zu verwerthen.

Alte Praktiker, z. B. Guettier, empfahlen, die Hitze am Schlusse des Schmelzens noch anzuwenden, um die Brucheisen und Eingussmassen des Tages durchzusetzen, weil diese Stücke eine bedeutende Oberfläche im Verhältnisse zur Masse besitzen und deswegen rasch und gut einschmelzen. Indessen ist es aus verschiedenen Gründen zweckmässig, diese Abfälle, wofern sie nicht rothwarm wieder auf den Cupolofen kommen, bis zur nächsten Schicht aufzubewahren und sie dann, sorgfältig gewogen, dem Ofenbetriebe wieder zukommen zu lassen.

Beim Niedergehen hört man mit dem Blasen auf, sobald die letzten Massen das Formniveau passirt haben, und beeilt sich alsdann, nachdem der Stich geöffnet und alles flüssige Eisen abgelassen worden ist, die Vorsetzthür zu entfernen, um den Ofen überhaupt leer zu machen.

Der Inhalt besteht vorzugsweise aus den nichtverbrannten Cokes der zuletzt aufgeschütteten leeren Gicht; sie werden mittelst eines langgestielten Hakens entfernt und rasch abgelöscht, um den folgenden Tag zum Füllen gebraucht zu werden.

Es würde sich vielleicht empfehlen, den Cupolofen wie den Hochofen mit einer Kalksteingicht niederzublasen, um die Flamme in ihrer Wirkung auf den Schacht etwas zu mässigen, doch ist von einem Versuche in dieser Richtung noch nichts bekannt geworden.

Was die Zeitfolge oder Anzahl der Gichten in einer bestimmten Zeiteinheit anbetrifft, so gilt von den Zeitabständen derselben das Nämliche, was bei allen Schachtöfen Regel ist: sowie die Schmelz-

1) Aprioristische Behauptungen helfen hier überhaupt wenig und veranlassen oft jahrelang nachtheilig wirkende Irrthümer — wie denn z. B. dem Verfasser ein altberühmtes Giesswerk vorschwebt, wo der Eisensatz pro Gicht stets 3 Ctr. betrug, bis ein Personen- und Systemwechsel denselben plötzlich bis 5, selbst 8 Ctr. steigerte, ohne die Kohlengicht zu ändern und Ausfälle im Betriebe hervorzurufen.

säule so weit gesunken ist, dass eine neue Gicht Platz im Ofen hat, muss die letztere aufgegeben werden. Die bezügliche Controle ist hierbei viel leichter als bei den mit verschlossener Gicht arbeitenden sonstigen Schachtöfen, da die Gichtöffnung von der Aufgebebühne überschaut werden kann.

Die Zeitpause von einer Gicht zur nächsten, d. h. das Zeitmaass des Aufgebens, richtet sich vollständig nach dem Eisenbedarf der Giesserei, welcher seinerseits eine grössere oder geringere Betriebsintensität verlangt.

Oefen mit reichlich bemessenen Querschnitten und ebenfalls reichlichen Einströmungsöffnungen geben bei gleichem Winddruck mehr Metall und der Gichtenwechsel ist rascher.

Durch Erfahrungen bei sehr grossen Güssen und bei den Flusseisenwerken ist festgestellt, dass das Roheisen im Cupolofen nur sehr kurze Zeit braucht, um in Fluss überzugehen, so dass man bei der Steigerung der Betriebsintensität schliesslich nur in der Unmöglichkeit, fortdauernd rasch genug aufzugeben, eine Grenze findet.

Zu bemerken ist, dass auch bei dem gewöhnlichen Betriebe desselben Ofens die Niedergangsgeschwindigkeit verschieden ist. Anfangs sinken die Gichten langsamer, und erst wenn der Ofen in voller Gluth steht, rücken sie rasch herunter.

In welcher Weise die Gicht zusammengesetzt wird, ist eine sehr interessante Frage dieses Kapitels und richtet sich sowohl nach den gegebenen Umständen, den vorhandenen Materialien, als nach den verlangten Leistungen, den zu erzielenden Producten. Abgesehen von dem schon erwähnten Kunstgriffe, für den Anfang und das Ende des Schmelzens eine etwas andere Zusammensetzung der Beschickung zu wählen, als für den regelmässigen Gang desselben — ist man durch verschiedene Umstände genöthigt, die einzelnen Gichten selbst aus verschiedenen Eisensorten zusammenzustellen.

Man hat bekanntlich nicht allein Roheisen in Masseln oder Gänzen zu verarbeiten, es gelangen ausserdem noch diverse Abfälle zum Betriebe, die entweder angekauft sein oder von dem eigenen Werke herrühren können.

Diese Abfälle bestehen in gröberem Brucheisen, alten Maschinentheilen, alter Munition und kleinerem Bruch oder Schrott, sowie in Ausschussstücken und Eingüssen des Betriebes selbst; schliesslich können sie auch aus halbfertig verunglückten Emailproducten aller Art, sowie aus Bohrspänen bestehen.

Das gröbere Brucheisen, alte Maschinenstücke oder Munition werden in solcher Grösse angewandt, wie das Roheisen selbst, und müssen, schon ihrer oft unregelmässigen Form wegen, sorgfältig zerkleinert werden. Die Schwierigkeit, eine solche Zerkleinerung gut und billig zu bewerkstelligen, veranlasste früher häufig, dass man allen groben Bruch dem Flammofenbetriebe zuwies und nur den kleineren, den eigentlichen Schrott, für den Cupolofen reservirte.

Das ist jetzt anders, und der Schachtofen ist daran gewöhnt worden, auch die gröbsten Stücke, sobald sie nur bequem aufgegeben werden können, zu verschmelzen.

Der Ordnung wegen setzte man das Ganzroheisen zuerst auf die Gicht und gab dann das Brucheisen, gross oder klein, darauf; nur bei Bohrspänen musste man vorsichtiger verfahren, um dieselben nicht zu leicht aus dem Ofen zu jagen. Wenn man nicht in Form zusammengerosteter Brocken oder geformter Ziegel aufgeben wollte, was leicht einen bedeutenden Schmelzverlust zur Folge hatte, musste man sie direct auf die vorhergehende Gicht stürzen, schnell mit der Kohlengicht bedecken und dann die neue Roh- und Brucheisengicht aufgeben.

Das allgemeine Schema für das Aufgeben würde hiernach gewesen sein:

1) event.: [Bohrspäne].
2) Cokesgicht.
3) Masseleisen [eigenes oder fremdes]. [Grobes Brucheisen.]
4) Brucheisen in Schrott. Eingüsse und Bruch des eigenen Betriebes. [Emaillirausschuss.]

Diese vorsichtige Arbeit ist mehr oder weniger aufgegeben worden, und es gelangt das gesammte Material ziemlich gleichmässig zur Aufgabe.

Den Beschluss macht nach mehreren Gichten eine gewisse Portion Kalkstein zur Beförderung des Flusses — auch Flussspath, falls er hinreichend billig kommt, kann als Zuschlag gegeben werden.[1])

Der Schmelzbetrieb.

Ist der Ofen im Gange und hat die ersten flüssigen Producte gegeben, so hat man in erster Linie auf eine bestimmte Gleichmässigkeit zu sehen. Diese Gleichmässigkeit des Betriebes hängt wesentlich von einer gewissen Gleichmässigkeit im Aufgeben ab; man darf von derselben nie ganz abweichen, wenn man nicht Störungen befürchten will.

Veränderungen im Satz bewirkt man wesentlich auf zweierlei Weise:

erstens durch allmäliges Ersetzen eines Gichtenbestandtheiles durch einen anderen;

zweitens durch allmäliges Uebergehen von einer Stückenform zur andern.

Wenn man z. B. matteres Eisen haben will, während der Ofen sich in Hitze befindet, wird man die Portion des grobstückigen Roheisens oder besser noch des groben Brucheisens allmälig vergrössern, den Zusatz an kleinerem Bruch aber gleich bleiben oder sich vermindern, nie aber plötzlich aufhören lassen. Umgekehrt beim Uebergange von diesem Zustande zum früheren, wird man den Antheil an groben Stücken wieder vermindern, den Satz an feinem Bruch aber steigern, bis man zum früheren Verhältniss gelangt ist.

Dieses Hülfsmittel ist etwas primitiver Natur, wurde aber vielfach angewendet, obschon hitziges Eisen durch Eintränken von Bruch

1) Diese Verwendung kommt nicht mehr vor, griff auch die Oefen zu sehr an.

in der Giesspfanne selbst auf noch einfachere Weise matt gemacht werden kann.

Bei scharf gehenden grösseren Oefen fallen diese Vorsichtsmaassregeln im Schmelzen überhaupt fast ganz fort.

Ebenso muss man sich bei mittlerem Betriebe hüten, plötzliche Aenderungen eintreten zu lassen, wenn man ein Roheisen durch ein anderes oder ein Brucheisen durch ein anderes ersetzt. Verschiedenes Verhalten im Schmelzen und bei dem letzteren noch die verschiedene Form der Stücke macht die Vorsicht stets nothwendig, nur langsam einen Bestandtheil dem andern zu substituiren.

Der Hauptnachtheil, welcher in der Nichtbefolgung dieses Princips liegt, besteht darin, dass die Ofenarbeit selbst leicht unrein und schmierig wird. Die Schmelzer bewältigen dieselbe bei vollem Betriebe kaum, und es entsteht leicht Unordnung in der Bewartung der Oefen. Man kann allerdings durch Steigern des Brennstoffsatzes solche augenblickliche Verlegenheiten erleichtern, stets aber auf Kosten des Betriebes, indem man die Arbeiter daran gewöhnt, sich der Ordnung zu entschlagen und zu solchen kostspieligen Hülfsmitteln zu greifen.

In Betreff der Cokes ist ebenfalls Gleichmässigkeit anzurathen, und ist es z. B. durchaus unzulässig, den Staub oder Schutt am Boden eines Cokeskarren wie grosse Stücke Brennstoff anzusehen und denselben aufzugeben, als müsse es so sein. Dadurch kühlt man den Ofen bedenklich ab und giebt zu unangenehmen Versetzungen Veranlassung.

Die Windführung ist an sich sehr einfach, insofern bei dem Cupolofenbetriebe im Allgemeinen mehr auf reichliche Zufuhr als auf Pressung gesehen werden muss. Erfahrungen bei continuirlich und ganz gleichmässig betriebenen Oefen haben ergeben, dass bei sehr gut ausgewähltem Material (Roheisen wie Cokes) von ganz gleichbleibender Zusammensetzung auch die Windlieferung eine möglichst gleichmässige sein muss, wenn der Zweck, ein gleichmässiges Product zu erzielen, sicher und andauernd erreicht werden soll.

Besonders bei zu überhitzendem Product, wie es u. a. die mit dem basischen Verfahren arbeitenden Flusseisenwerke nöthig haben, ferner bei Geschossmaterial, wo auch eine bestimmte Temperatur und Qualität festgehalten werden muss, ist ein möglichst gleichförmiger Gang der Gebläsevorrichtungen Bedingung des gleichförmigen Schmelzens.

Bei einem mit wechselnder Beschaffenheit des Productes arbeitenden Betriebe, wie er in den meisten Eisengiessereien mittleren Umfanges umgeht, wechselt auch die Windführung in gewissen Grenzen, was ebenfalls auch mit dem veränderlichen Eisenbedarf zusammenhängen kann.

Die Beziehungen der Windführung zum Brennstoff und seiner Beschaffenheit sind wenig aufgeklärt. Man nahm früher vielfach an, dass die Spannung im Schmelzraume umgekehrt proportional der Dichtigkeit des Brennstoffes sein müsste, doch ist diese Annahme, die wohl auf dem Satze beruht, dass leichte Brennstoffe schwer Kohlensäure geben, deshalb mehr Luftsauerstoff bedürfen als dichtere Brennstoffe, nicht so einfach zu formuliren.

Die Spannung ist lediglich ein Resultat der Widerstände in der Schmelzsäule, welche die eindringende Luft, die in ihrer Menge wiederum von dem zu verbrennenden Kohlenstoffquantum abhängt, findet.

Die Bedienung der Oefen während des Schmelzens umfasst ausser dem Aufgeben der Gichten noch das Entleeren des Roheisens, das Abstechen, dem sich die Reinigung der Windeinlässe und die Entfernung der Schlacken anschliessen.

Das Abstechen erfolgt in unregelmässigen Pausen, weil durchschnittlich verschieden schwere Stücke zu giessen sind und es nicht möglich ist, die Formen alle zur gelegenen Zeit giessbereit zu haben. Damit ist indess nicht gesagt, dass der Schmelzer genöthigt sei, jedem Arbeiter, wenn es ihm einfällt, Eisen zu verabfolgen; vielmehr muss es dem Ersteren überlassen sein, im Interesse des Ofenganges die Abstiche selbständig zu bestimmen. Am besten, und bei allen scharf gehenden Cupolöfen ist es leicht durchführbar, werden regelmässige Quantitäten Eisen abgegeben, die den Gichten entsprechen, und es ist dann Sache des Giessmeisters, dafür zu sorgen, dass die Abnehmer des flüssigen Metalls zur Zeit der Abstiche in hinreichender Zahl vorhanden sind. Wenn z. B. alle halbe Stunden abgestochen wird und jedesmal 1000 bis 1850 kg abgegeben werden können, so ist es gleich, ob sich diese Eisenmasse auf zehn Gabelpfannen, dreissig Handpfannen oder eine Krahnpfanne vertheilt. Die Vertheilung richtet sich nach der Grösse und Zahl der zu giessenden Sachen. Tritt ein grösserer Bedarf auf einem Punkte ein, so muss allerdings gesammelt werden, und gleichzeitig lässt man den Ofen rascher gehen, giebt reichlicher auf und bläst mit einer grösseren Anzahl von Ventilatortouren.

Gestopft wird der Ofen bei kleinerem Betriebe während des Abstechens nicht; es stehen immer zwei Pfannen vor dem Ofen, eine in der andern. Ist die obere voll und wird sie weggehoben, trifft der Eisenstrahl die untere, welche sofort in eine dritte ihr untergeschobene gesetzt wird, so dass der mechanische Verlust an Eisenkörnern sehr unbedeutend ist.

Disciplin ist hierbei allerdings erforderlich, und sie wird gesteigert, sobald die Arbeiter daran gewöhnt werden, still zu arbeiten und die Befehle der Meister nicht zu überschreien und zu unterbrechen.[1])

Man hat deshalb ein bestimmtes Anmeldungsverfahren da eingeführt, wo eine Menge Leute, z. B. die Mannschaften einer Poteriegiesserei, 120—150 Arbeiter und Lehrlinge, von einem Ofen abhängen und zwei bis drei Mal des Tages abzugiessen haben.

Beispiele für den Cupolofenbetrieb.

Obschon sich die Cupolofenbetriebe gleichen Umfanges heute wenig von einander unterscheiden, so ist es doch von Interesse, einige Beispiele zu behandeln, weil sich dabei noch eine Reihe von Erfahrungen

1) In nicht disciplinirten Hütten oder bei geschwätzigeren lebhafteren Nationalitäten ist oftmals der Lärm während des Giessens wahrhaft betäubend und erschwert auch dem geübtesten Leiter solcher Massen seine Aufgabe ausserordentlich.

und Einzelheiten ergiebt, welche die vorstehenden allgemeinen Schilderungen vervollständigen.

Um auch frühere Zustände zu berücksichtigen, ist es erforderlich, auf die Mittheilungen bewährter Schriftsteller zurückzugreifen und dabei den Fortschritt des Gewerbes zu constatiren.

Aeltester Betrieb.

Bei Monge, Hassenfratz und Launay findet man noch keine positiven Angaben über Leistung des Brennstoffes und über den Abbrand des Eisens; man ging wahrscheinlich von der Voraussetzung aus, dass die etwaigen Resultate den damaligen hohen Preisen der Producte entsprechend günstig und deshalb keiner besonderen Rücksicht werth wären.

Später, als man sich genöthigt fand, Verbesserungen einzuführen, wurden die Ofenresultate zum Ausdruck für die Grösse der Verbesserung, zu ihrem Maassstabe, und besonders in der neuesten Zeit betrachtet man eine neue Einrichtung nur noch aus diesem Gesichtspunkte.

Der erste, welcher Resultate von bestimmter Art mittheilt, ist Karsten; in seinem Werke (3. Auflage 1841) ist namentlich auf die schlesischen und Berliner Eisengiessereien Rücksicht genommen, und der Vergleich dieser Resultate mit späteren zeigt, wie einzelne Verhältnisse sich verändert haben.

Die Sturzöfen, welche Karsten als eine in Schweden früher übliche Uebergangsform zu den eigentlichen Cupolöfen zunächst beschreibt (vergl. Band I dieses Werkes, S. 498), hatten noch einen sehr hohen Brennstoffverbrauch, da 100 Gewichtstheile Eisen 55—75 Gewichtstheile Holzkohlen erforderten; die ausgebauchte Form des Ofens, die Langsamkeit des Gichtenwechsels veranlassten diesen Mehraufwand, der allerdings durch eine ausgezeichnete Qualität des Eisens, eine weiche und graue Beschaffenheit desselben theilweise compensirt wurde, obschon auch in einem mit Holzkohlen betriebenen Cupolofen Gleiches mit geringerem Brennstoffverbrauche zu erreichen gewesen wäre.

Der Abbrand betrug 5—9 Proc., stieg aber bei schlechtem Eisen, als Bohrspänen und Roststäben, bis auf 20 Proc.

Karsten giebt weiter für den Schachtofenschmelzbetrieb mit Holzkohlen, der zu jener Zeit ziemlich verbreitet war, nachstehende Verhältnisse an.

Bei dem Hochofen zu Wondollek (Ostpreussen), der zeitweise als Cupolofen benutzt und entsprechend in der Form verändert worden war, verbrauchte man pro 100 kg Einsatz circa $6^2/_3$ Kubikfuss, also etwa 36 kg [1]), und würde zu noch günstigeren Resultaten gelangt sein, wenn nicht im Anfange des Betriebes ein etwas höherer Satz hätte geführt werden müssen, um das Schmelzen in Gang zu bringen.

1) Der Verfasser berechnet das Gewicht der guten Holzkohlen auf 11 Pfd. pro Kubikfuss oder 176 kg pro Kubikmeter. Karsten rechnete etwas weniger.

Der Abbrand betrug bei diesem Versuche, einen Holzkohlenhochofen als Cupolofen zu benutzen, 8 Proc. ungefähr und zeigte sich somit, wie aus den folgenden Notizen hervorgeht, nicht grösser als bei den gewöhnlichen Cupolöfen von 3—4,5 m Höhe.

In wirklichen Holzkohlencupolöfen verbrauchten nach Karsten 100 Pfd. Roheiseneinsatz ca. $4^1/_2$ Cubikfuss = im Mittel 50 Pfd. Brennstoffe, und es nahm dieses Quantum ab, je höher die Oefen waren. Dabei sind jedoch nicht die zum Füllen erforderlichen Kohlen mit eingerechnet gewesen. Bei strengflüssigem Roheisen stieg der Aufwand an Holzkohlen oft auf $5^1/_2$—6 Cubikfuss oder 60,5—66 Pfd.; wendete man niedere Schächte und tannene Kohlen an, so konnte der Consum auf 7 Cubikfuss steigen. Diese Verhältnisse erscheinen den heutigen gegenüber absolut unhaltbar.

Für Cokesverwendung giebt Karsten (a. a. O. III, S. 327) an, dass 100 Pfd. Roheisen mit 1,5 Cubikfuss umgeschmolzen werden könnten, also bei einem Gewicht von 31,7 Pfd. pro Cubikfuss circa 47,6 Pfd. erforderten.

Diese bei unerwärmter Luft erhaltenen Resultate, welche, verglichen mit neueren Resultaten, ein schlechtes Licht auf die damalige Technik zu werfen geeignet scheinen, da sich für gleiche Luftbeschaffenheit die Verbrennungsziffern auf ein Viertel bis ein Drittel reducirt haben, sind wesentlich die Folgen geringeren Betriebsumfanges und zu kleiner Gichten, sowie eines starken Brennstoffverbrauches beim Füllen.

Die spätere Einführung des bis zu 180°, oft sogar bis zu 250° erhitzten Windes verminderte den Brennstoffverbrauch bei den Holzkohlencupolöfen von 36—45 Pfd. auf 26—28 Pfd. pro 100 Pfd. Roheisen, so dass sich hierbei also eine Ersparniss von etwa 33 Proc. herausrechnete. Für die Cokescupolöfen war die Einführung des warmen Windes noch erfolgreicher, insofern sich für den Betriebsdurchschnitt dreier Jahre auf der Eisengiesserei zu Gleiwitz ein Cokesverbrauch von $22^2/_3$ Pfd. pro 100 Pfd. Roheisen ergeben hat, während unmittelbar vorher 46 Pfd. Cokes auf denselben Roheiseneinsatz gekommen waren.

Analoge Verhältnisse wurden damals auf der Saynerhütte beobachtet, so dass die Ersparniss an Cokescupolöfen nach Einführung der Winderhitzung auf nahezu 50 Proc. geschätzt werden kann (Karsten, a. a. O. Bd. III, S. 334 u. f.).

Der Grund für diese auffallende Aenderung in den Betriebsergebnissen kann indess in der Einführung eines auf 180—250° erhitzten Windes nicht allein gesucht werden. Jedenfalls ist der mit einer solchen Reform verbunden gewesene Umbau der Oefen, die Annahme anderer Verhältnisse, namentlich aber die infolge steigenden Bedarfs und verstärkter Betriebsintensität eingetretene Productionsvermehrung von Einfluss auf die bessere Ausnutzung der Brennstoffe gewesen. Diese Umstände lassen sich allerdings nicht deutlich aus den damaligen Berichten herauslesen, aber mit ziemlicher Sicherheit kann man einen solchen Vorgang annehmen. Ein stärkerer Gichtenwechsel und ein bemerklicheres Ausschmelzen des Ofens in der Windzone sind in den von Wachler in seinen Oberschlesischen Heften (III, S. 41) gegebe-

nen Einzelheiten über die Folgen der Einführung erhitzten Windes unter den Kennzeichen des veränderten Ofenganges aufgeführt.

Die in Band I, S. 506 besprochenen und in Fig. 20 dargestellten, von Schmahel erbauten Sefström'schen Cupolöfen der Königl. Eisengiesserei zu Berlin zeigten in ihrem erst Anfang der 70er Jahre eingestellten Betriebe keine besonderen Merkmale. Sie wurden zwar in Rücksicht auf die Qualität des Gusses mit grösster Sorgfalt zugestellt, angewärmt und betrieben, boten aber keine anderen Neuerungen gegen frühere Zustände, als eine Abnahme des Cokesverbrauches und des Abbrandes durch verstärkten Betrieb.

Die eigenthümliche Lage des Werkes unter so vielen mächtigen Concurrenten, welche nicht allein Giesserei betrieben und deshalb in Bezug auf Verwaltungskosten in viel günstigerer Lage waren, hatte die schliesslich zur Aufhebung des Werkes führende, nach dem Tode des letzten Directors durchgedrungene Ansicht auftreten lassen, dass seine Stellung eine haushälterisch unhaltbare sei.[1]) Trotzdem hatte die Gusswaarenproduction nie dauernd abgenommen und bewies, dass für gute und saubere Gusswaaren auch bei höheren Preisen Abnehmer sich finden.[2]) Man arbeitete auf der Königl. Eisengiesserei zu Berlin hauptsächlich mit dreierlei Roheisen, schottischem, deutschem und schwedischem, wovon das schottische und ein Theil des deutschen grau und grobkörnig waren, während daneben noch hartes, zum Theil weisses Eisen von deutschen Werken verarbeitet wurde.

In dem letzten Betriebsjahre dominirte Langloan Nr. I, seit vielen Jahren Hauptmaterial für den Berliner und norddeutschen Giessereibetrieb überhaupt, Product eines der besten schottischen Hochofenwerke und von bewährten Eigenschaften, die allerdings in den zehn letzten Jahren etwas verloren haben, immerhin aber das Material in die erste Reihe der ausländischen Giessereimarken stellen.

Für kleine Maschinentheile besass es, mit eigenem Bruch verschmolzen, eine hinreichende Festigkeit, während es zu grossen Stücken mit anderem Eisen vermischt werden musste. Immerhin machte es aber das Hauptmaterial aus und bildet einen vorwiegenden, möglichst constanten Bestandtheil der dortigen Ofengichten.

Es wurde bei kaltem oder weniger erwärmtem Winde von ziemlicher Pressung, welchen das in den ersten Auflagen dieses Werkes, Band I, S. 559 u. ff. beschriebene Cylindergebläse lieferte, mit westfälischen oder englischen Cokes niedergeschmolzen und gab ein in kleinen Stücken feinkörniges, vollkommen dichtes und dabei weiches, gut bearbeitbares Product.

1) Besonders maassgebend für das Eingehenlassen dieser altberühmten Anstalt war wohl noch die Aussicht, das sehr grosse und sehr werthvoll gewordene Grundstück des Werkes theils in unmittelbarem Interesse staatlicher Institute, theils durch Verkauf an Private ausnutzen zu können, nachdem das Werk aufgehört haben würde.

2) Der Ruf einzelner Maschinenwerkstätten kleineren Umfanges beruhte wesentlich auf dem Bezuge ihrer Gusswaaren aus der Königlichen Eisengiesserei, und die Rücksicht auf diese Kundschaft gebot stets die grösste Vorsicht bei der Umschmelzung.

Als Zusätze wurden angekauft und bezogen:

Oberschlesisches Cokesroheisen von verschiedenen Productionssorten; dasselbe war weniger graphitreich und härter und fester als das schottische Roheisen, so dass es für grössere Sachen sich eignete, aber, für sich allein verwendet, leicht harte Knoten gab, weshalb man durch heisses Schmelzen darauf einzuwirken suchte, was allerdings oft zum Anbrennen der Formmaterialien führte.

Schwedisches Roheisen, halbirt mit grauem Saum, merkwürdigerweise oft sehr ungleich im Aussehen und im Verhalten; deshalb erschien (auch auf anderen Berliner Eisengiessereien) ein Aussuchen desselben nothwendiges Erforderniss zum Gerathen der Güsse, und man nahm es später nur selten noch, seit sich deutsche Firmen gefunden hatten, die reine und ebenso haltbare weisse, halbirte und auch graue Eisensorten producirten.

Weissstrahl von Hermannshütte bei Neuwied — zum Signalglockenguss hauptsächlich angewendet — musste bei mittlerer Temperatur eingeschmolzen, aber vollkommen flüssig gemacht werden. Es schied beim Erstarren Graphit aus und gab Güsse von grosser Härte und splittrigem Bruch. Hierbei bedurfte es besonderer Kunstgriffe, um die Grenzen einzuhalten, innerhalb welcher die Cohäsion der einzelnen Lamellen von der gegenseitigen Adhäsion derselben überwunden wird, ein Bersten des Gusses also nicht eintritt.

Da die Herrmannshütte, wie jetzt die Mehrzahl der ober- und niederrheinisch-westfälischen Werke, hauptsächlich Qualitätseisen aus Späthen des Siegerlandes und aus Brauneisensteinen des Westerwaldes darstellte und nur gute Erze bezog, so war das Roheisen sehr rein und fest. Versuche mit Weissstrahl von anderen Werken in der Nähe und in benachbarten Bezirken ergaben leider nicht die gleichen Resultate.

Roheisen von Mathildenhütte bei Harzburg, ein phosphorhaltiges Material mit geringem Mangangehalt (vergl. Band I, S. 38), zeigte sehr gute Eigenschaften, namentlich Schärfe des Gusses, Stehenbleiben, Abwesenheit des Saugens und Sackens, sowie des Werfens.

Verarbeitet wurden seiner Zeit noch:

Roheisen von Hasslingshauser Hütte (Neuschottland), Spiegeleisen aus Ostindien u. s. w.[1])

Der Betrieb selbst verlief in folgender Weise:

Nachdem der Ofen reparirt und getrocknet war, wurde er bis zu der halben Höhe mit Cokes gefüllt und im Feuer gehalten, bis die Zeit zum Anblasen gekommen war.

Dies geschah durch Anlassen des Cylindergebläses, das allmälig in raschen Gang gesetzt wurde und eine Pressung von circa $1\frac{1}{2}$ Pfd. = 36''' Quecksilber im Regulator selbst erzeugte. Von den Düsen waren nur vier im Gebrauch und die übrigen verstopft, weil das

1) Vgl. den Aufsatz des Verfassers über die Eisengiessereien von Berlin und ihren Betrieb (1859—60) — veröffentlicht: Berg- und hüttenmännische Zeitung 1862, S. 3 —, in dem sich auch die oben gemachten Bemerkungen über die technisch-geschäftliche Stellung der Königl. Eisengiesserei zu Berlin näher begründet finden.

Schmelzen rasch genug stattfand und die Spannung im Ofenraume eine höhere blieb.

Die Kohlengicht bestand aus 1 Scheffel Cokes = ungefähr 20 kg, welche in hölzernen Aufgebegefässen nach der Gicht gelangten; das Roheisen kam in Gichten von 100 kg zur Aufgabe, wozu noch 25 kg angekauften Bruch- und Altgusseisens traten, während die Eingüsse und der Ausschuss des eigenen Betriebes ungewogen zugesetzt wurden.

Für die Anfertigung von Hartguss oder für die Darstellung von Signalglocken aus halbirter Mischung setzte man das splittrige weisse Eisen zuerst auf den Ofen und goss das nach Beendigung der betreffenden Abgüsse noch übrigbleibende grelle oder halbirte Eisen in besonders reservirte Barrenformen, um es später in ähnlicher Weise wieder zu verwenden.

Die Abstiche wurden in grösseren Portionen gemacht, indem entweder zwei, auch drei Gabelpfannen oder die doppelte resp. dreifache Zahl Handpfannen hintereinander gefüllt wurden.

Die Führung der Oefen zeichnete sich durch grosse Sorgfalt in den Vorbereitungen, sowie durch Ordnung beim Betriebe selbst aus, zwei Dinge, die sich bei einer so kleinen Fabrikation allerdings bequem erreichen liessen.

Die Resultate anbetreffend, so verschmolz die Königliche Eisengiesserei in einem der letzten Betriebsjahre 21 633 Ctr. 44 Pfd. Roheisen aller Art und fabricirte daraus 20 425 Ctr. 66 Pfd. verkäufliche Gusswaaren, also 96,92 Proc. des Einsatzes, mit 12 513 Scheffel Cokes à 40 Pfd. = 500 520 Pfd.

Der Abbrand einschliesslich Verzettelungen betrug hiernach nur 3,38 Proc., dem ein hoher Brennstoffconsum entgegensteht.

Bezieht man den Brennstoffconsum auf den Einsatz, so ergeben sich pro 100 Pfd. Einsatz circa 22 Pfd., wogegen, auf die Gusswaaren bezogen, sich ein Verbrauch von 25 Proc. herausrechnet, selbstverständlich alles, auch Verluste, durch etwaige Veruntreuung zu Nebenbetrieben (Heizen, Trocknen u. s. w.) eingerechnet.

Der frühere Cupolofenbetrieb auf der Königl. Eisengiesserei bei Gleiwitz bot trotz seiner etwas alterthümlichen Form viel Interessantes und Lehrreiches, weil derselbe von jeher ausserordentlich verschiedenen Anforderungen zu genügen hatte, ohne in Betreff des Materialbezuges so günstig gestellt zu sein, wie andere, z. B. die Berliner Anstalten.

Ferner hatte das Werk nach starkem Niedergange infolge des Jahres 1857 eine Reihe von Uebergangsjahren 1861—1866 durchzumachen, in denen Alles versucht werden musste, um neue Fabrikationszweige einzuführen, alte zu erweitern und zu verbessern u. s. w.

Diese unaufhörliche Hast und angestrengte Energie des Betriebes gebot vor Allem, aus den vorhandenen Betriebsvorrichtungen die bestmöglichen Resultate zu erzielen, und Reorganisationen konnten nur wenige, sowie nur schrittweise ausgeführt werden. Dabei dachte man aber erst zuletzt an den Ofenbetrieb, weil das verhältnissmässig wohlfeile Brennmaterial und die Verarbeitung des eigenen Roheisens weniger Rücksichten verlangten und andere Theile der Arbeit dieses mehr zu bedürfen schienen.

Man hat auf der Gleiwitzer Hütte deshalb bis vor nicht sehr langer Zeit noch immer die alten Oefen behalten und schmolz theils in zweidüsigen, theils in Sefström'schen Oefen (vergl. Fig. 20, S. 506 des I. Bandes) mit heissem oder mit kaltem Winde, ohne sich um Anderes als um die Qualität des flüssigen Gusses zu kümmern und um die Anforderungen der einzelnen Förmergesellschaften.

Es wurde damals gleichzeitig in drei Oefen geschmolzen, von denen der eine das Material für Poterie, für Kunstguss und später für Munition (Shrapnell- und Granatkerne), sowie für Herd- und Falzplatten und kleine Gasröhren zu liefern, der andere die Maschinenförmerei, den Bau- und Ofenguss, der dritte endlich die Röhrengiesserei in Sand und Masse zu versorgen hatte. In früherer Zeit war die Zusammenstellung eines und desselben Ofenressorts noch buntscheckiger, weil fast alle Kameradschaften an gewissen, bei mangelhafter Disposition wenig lohnenden Arbeiten betheiligt waren. Da die Poteriefabrikation später eingestellt worden ist, hat sich das Verhältniss ein wenig vereinfacht, dafür ist der Röhrenguss ein weiterer geworden und machte anfänglich infolge vermehrter Anforderungen neue Schwierigkeiten. Jetzt ist eine vollkommene neue Röhrengiesserei nach besten Principien eingerichtet, die gut functioniren soll.

Die Details des Betriebes, wie sie hier mitgetheilt werden sollen, stammen aus den Jahren 1860—65, in denen sich eine tiefergehende Aenderung in der Verwaltung und der Technik vollzog, wogegen die letzten zehn Jahre keine so erheblichen Veränderungen aufzuweisen hatten. Diese Einzelheiten verdienen immer noch angeführt zu werden, da sie für einzelne Fälle anderweitigen jetzigen Verhältnissen immer noch entsprechen und ausserdem für die Beurtheilung der Entwickelung des Giessereiwesens Werth behalten.

Die jetzt verlegten und abgeänderten Cupolöfen der Topfhütte wurden, als überhaupt noch Poterie in grösseren Massen darzustellen war, in der Weise betrieben, dass man mit dem Frühesten anfing zu füllen und zu setzen, weil bald nach dem Frühstück das Giessen beginnen musste.

Die beiden hier im Dienste stehenden Apparate hatten cylindrische, schwach nach oben sich verengende Schächte von 630—780 mm Durchmesser und wurden durch je zwei einander gegenüberliegende Formen betrieben. Die Erwärmung des Windes in besonderen Röhrensystemen, die über der Gicht angebracht waren, gestatteten einen lebhaften Gichtenwechsel, sobald eine damals vorhandene Dampfmaschine älterer Bauart ohne Unterbrechung rasch functioniren konnte und circa 30 Wechsel in der Minute vollbrachte. Auch konnte man, obwohl nicht ohne Einfluss auf die Qualität des Roheisens, sich leichterer Cokes bedienen als bei den übrigen Oefen — der geringere Schachtquerschnitt, die verhältnissmässig grössere Höhe traten als günstige Umstände zu jenen Windführungsverhältnissen und liessen selbst die Verwendung von Staubkohlencokes, halb aus Back-, halb aus Sinterkohlen dargestellt, zu, deren Fabrikation damals auf dem Werke versucht wurde.

Der Satz wurde im Allgemeinen von 100—200 kg (2—4 Ctr.) Roheisen auf 0,5—1 hl Cokes geführt (die Füllcokes ungerechnet); nur in

Ausnahmefällen und bei fast ausschliesslicher Darstellung von stärkeren Sachen steigerte man denselben bis auf 300—400 kg.

Die Mittheilung genauer Resultate aus einer lebhaften Betriebszeit sind noch immer von Interesse.

Im zweiten Quartal des Jahres 1863 in 71 Arbeitstagen wurden bei den Cupolöfen der gedachten Werkstätte durchgeschmolzen:

	395 556 kg	Roheisen,
	145 800 „	Eingüsse und
	20 950 „	Bruch vom eigenen Betriebe,
zusammen also	562 300 kg	Einsätze,

die in 5171 Gichten mit 1533 t (alte schlesische Gemässtonnen zu circa 2 hl oder 60 kg), also 3066 hl Cokes aufgegeben wurden und an Producten:

351 135 kg	Gusswaaren,
145 800 „	Eingüsse und
20 950 „	Brucheisen

ergeben haben.

Es wurden mithin täglich im Durchschnitte 72—73 Gichten zu 108,5 kg Einsatz und zu 0,5 hl Cokes aufgegeben; der Cokesverbrauch bei der Aufgabe bezifferte sich hiernach auf rund 2584,50 hl, so dass 481,50 hl als Füllmaterial blieben, das pro Campagne oder einmaliges Anwärmen somit 6,5 hl betragen habe.

Aus den obigen Werthen lassen folgende Verhältnisse sich berechnen.

100 kg Einsätze überhaupt ergaben nach den gemachten Notizen:

62,45 kg	Gusswaaren,
25,93 „	Eingüsse,
3,72 „	Bruch (Ausschuss),

zusammen also 92,8 Proc. Producte, mithin einen Abbrand von 7,90 Proc., und erforderten 0,26 hl Cokes = 27,69 kg.[1])

Vernachlässigt man das wieder mit durchgesetzte Brucheisen, sowie die Eingüsse und bezieht den Consum an Roheisen direct auf die Gusswaaren und Cokes, so ergeben alsdann 100 kg Roheisen 88,7 kg Gusswaaren und erfordern 0,76 hl oder 40,47 kg Cokes.

Die Gusswaarenmenge als Ausgangspunkt genommen, findet man für 100 kg Gusswaaren einen Brennstoffconsum von 0,88 hl oder 46,86 kg Cokes, der allerdings noch weit höher erscheint, aber viel von seiner Abnormität verliert, wenn man bedenkt, dass der in Gleiwitz und besonders bei der Topfhütte damals verwendete Cokes sehr unrein, aschenreich, schwer, aber bröcklig war.[2]) Es lässt sich annehmen, dass

1) In Oberschlesien wurde damals die Gemässtonne = $7^1/_9$ Kubikfuss oder 4 Scheffel oder etwa 2 hl auf 106,5 kg gerechnet. Dieser Werth ist etwas zu hoch, wenn man das Gewicht der Gascokes (ca. 30—40 kg per hl) damit vergleicht. Aachener Gascokes mit ca. 20 Proc. Asche wiegen nach Versuchen des Verfassers mehr als 40 kg pro hl.

2) Es ist bekannt, dass auch die Hochofenbetriebe Oberschlesiens weit mehr Cokes verbrauchen als die Betriebe in Bezirken mit guten Schmelzcokes. (Vergl. Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, II, S. 127.) Die Ziffer erreicht mehr als das Doppelte des in den letztcharakterisirten Bezirken vorkommenden Cokesverbrauchs.

noch nicht 60 Proc. wirklich wirksamer Kohlenstoff in diesen Brennmaterialien enthalten waren; die Arbeit war fortwährend sehr unrein und schmierig. Dazu gesellte sich noch ein anderer, mehr in localen Verhältnissen wurzelnder Uebelstand. Der Schlackenabfluss, welcher des continuirlichen Betriebes wegen in kleinen Zeiträumen geschah, fing an permanent zu werden, sobald eine Reihe kleiner Eisenportionen hintereinander genommen wurden. Dadurch entstand eine bedeutende Eisenverzettelung, welche als Abbrand selbstverständlich figurirte.

Bei den Cupolöfen der Hochofenhütte, welche bestimmt waren, für den Bedarf der Ofenförmerei, des Maschinen- und Baugusses, sowie für einen Theil der Röhrengiesserei das erforderliche Material zu liefern, und welche zweierlei Construction hatten (die gewöhnliche mit zwei Düsen und Winderwärmung, sowie die Sefström-Schmahel'sche), wurde wesentlich dasselbe Material, wie bei den Apparaten der Topfhütte verschmolzen, nur war der Roheisensatz etwas höher, weil die Eingüsse wie auch das Brucheisen mehr zurücktraten, als bei dem Betriebe der Topfhütte.

Diese Oefen waren stets in kürzeren Campagnen thätig und wurden weit später angeblasen, gewöhnlich auch eher niedergehen gelassen, weil die Entnahme des Roheisens meist in grösseren Pfannen geschah und nur ausnahmsweise kleine Portionen wiederholt gefordert wurden.

Die Qualität des Satzes war naturgemäss eine andere als bei der Poteriegiesserei und entsprach den Anforderungen des Bau- und Maschinengusses.

Der Satz wurde daher auch nicht hoch, meist regelmässig auf 100 kg, höchstens auf 125 kg pro Gicht geführt und nach dem Füllen allmälig dahin gesteigert. Leider besass dieses Paar Oefen kein eigenes Gebläse und wurden entweder (bei hohem Wasserstande) von einem alten Wasserradgebläse oder von der Windleitung der Hochöfen versorgt, weshalb der Betrieb sehr ungleich war und in dieser Hinsicht der geringsten Selbständigkeit fast vollständig entbehrte.

Deswegen und auch wegen der durch die eigenthümliche Lage der Oefen verursachten grossen Unbequemlichkeit des Aufgebens war es trotz mehrfacher Anstrengungen unmöglich, den Betrieb ausreichend anzustrengen, um dadurch sowohl den Kohlenconsum als auch die Abbrandverhältnisse herabzustimmen.

In derselben Periode wie oben, dem zweiten Quartal 1863, wurden in 71 Tagen verschmolzen:

	533 975 kg	Roheisen in Gänzen,	
	82 725 „	Eingüsse	vom Betriebe selbst,
	15 775 „	Brucheisen	
zusammen also	632 475 kg	Einsätze,	

welche in 5417 Gichten mit 3208 hl Cokes aufgegeben wurden und an Producten:

	460 654 kg	Guss,
	82 725 „	Eingüsse,
	15 775 „	Brucheisen,
also im Ganzen	559 154 kg	

geliefert haben.

Stellt man ähnliche Rechnungen an, wie für die Oefen der Topfhütte, so findet man, dass täglich ca. 76 Gichten mit 116,5—117 kg Einsatz auf 0,5 hl Cokes gesetzt worden sind. Es sind also 2708,5 hl Cokes zum regelmässigen Schmelzen verbraucht worden, so dass für das Füllen des Ofens im Ganzen 499,5 hl und für jeden Tag etwa 7 hl gerechnet werden müssen.

Aus den gemachten Angaben berechnen sich folgende, für die Haushaltung wichtigere Verhältnisse.

100 kg Einsätze überhaupt haben ergeben:

72,79 kg Gusswaaren,
13,08 „ Eingüsse,
2,49 „ Ausschuss,

also im Ganzen 88,36 kg diverse Producte, woraus sich ein Verlust von 11,64 kg berechnet.[1]

An Brennmaterial erforderten jene 632 475 kg Einsätze 3208 hl (incl. des Füllmaterials) — also 100 kg etwa 0,26 hl oder, wie früher angerechnet, 14,35 kg Cokes.

Bezieht man, wie früher, den Roheisenconsum, also 533 975 kg, direct auf den mit 460 654 kg bezifferten Guss, so ergeben 100 kg Roheisen 86,3 kg Gusswaaren, erleiden also einen Verlust von 13,7 kg und beanspruchen gleichzeitig einen Aufwand von etwa 0,6 hl oder 31,95 kg.

Die Gusswaaren als einzigen Ausgangspunkt für die Berechnung des Brennstoffconsums nehmend, berechnet man für 100 kg fertigen Guss aus den beiden hier abgehandelten Oefen ein Cokesquantum von über 0,68 hl oder 36,21 kg.

Die etwas günstigeren Resultate in Betreff des Brennstoffes gegenüber den für die Topfhütte berechneten erklären sich durch die besseren Cokes, welche bei diesem Ofen durchschnittlich verwendet werden konnten. Wenn es möglich gewesen wäre, die Campagne abzukürzen, ohne die Leitung zu verringern, würden noch bessere Verhältnisse zu erreichen gewesen sein.

Ausser diesen beiden Gruppen von Oefen, welche von jeher den Roheisenbedarf der Eisengiesserei zu Gleiwitz vorwiegend geliefert hatten, waren noch zwei einzelne, ursprünglich für den Betrieb des Lehmformhauses construirte Oefen vorhanden.

Es waren dies ein besonders für schwerere Güsse eingerichteter, mässig grosser des Lehmformhauses, mit Vorherd und nach dem Schmahel'schen Princip erbaut in einer gewissen Anlehnung an den grossen Dirschauer Ofen (Bd. I, S. 522), dann der frühere transportable Cupolofen, der späterhin mit entsprechender Aenderung

[1] Von diesem Verlust gingen nachweislich ca. $2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{3}$ kg ab, da die Cupolöfen der Hochofenhütte angewiesen waren, dem Flammofenbetriebe des Werkes das Eisen zum Nachgiessen fast ausschliesslich zu liefern und auch sonst an die benachbarte Flammofenhütte Material für kleinere Gussstücke abzugeben, welches dem dortigen Cupolofen zugute gekommen ist, aber nicht gut besonders gebucht werden konnte. Der Abbrand ermässigt sich dadurch vielleicht auf 7—8 Proc. und kommt also dem bei der Topfhütte berechneten ziemlich gleich, ein Umstand, der bei der Gleichheit der Apparatgrössen und des verwendeten Eisens nicht auffallen kann.

verschiedener Details der Flammofenhütte angebaut wurde und dort in regelmässigen Betrieb kam. [Derselbe war auf Taf. III, Fig. 1 der ersten beiden Auflagen abgebildet worden.]

Jener kam dagegen in der letzten Zeit nach der Hochofenhütte, um den einzigen Ofen älterer Construction zu ersetzen, der daselbst vorhanden war. Dort, wo die Gebläseluft in hinreichendem Maasse geschafft werden konnte, arbeitete er viel besser als früher am Lehmformhaus, wo es Mühe und Aufwand kostete, 100—120 Ctr. zusammenzubringen. Er wurde deshalb früher auch nur selten in Betrieb gesetzt, solange er an seinem alten Standorte sich befand.[1])

Bei dem Cupolofen der Flammofenhütte, dem zweiten der einzelnen Oefen des Werkes, wurden nach seiner Aufstellung hauptsächlich die zur Röhrenfabrikation und zum Masseguss, soweit dieser nicht aus dem Flammofen erfolgte, nothwendigen Materialien umgeschmolzen. Zum Röhrenguss nahm man stets etwas helles dichtes Cokesroheisen, während zum Masseguss gewöhnlich besseres Material, z. B. grobkörniges Giessereiroheisen oder, im Fall die darzustellende Waare besondere Festigkeit besitzen sollte, Holzkohlenroheisen, auch einmal umgeschmolzene Legirungen von Schmiede- und Gusseisen gewählt wurden.

Obwohl die Qualität nur zeitweise besondere Rücksicht verlangte und man den Ofen mit Energie betreiben konnte, so dauerte es doch einige Zeit, ehe der Betrieb die gewünschte Geläufigkeit erreichte, da man auch hier zeitweilig mit nicht zureichenden Windverhältnissen zu kämpfen hatte.

Nachdem der Ofen im ersten Monate des zweiten Quartals 1863 in Betrieb gesetzt, werden in den Monaten

	Gichten	Roheisen	hl Cokes	Arbeitstage
April	739	à 75 kg	384	22
Mai	1515	à 50— 75 „	808	28
Juni	916	à 50—125 „	696	23

durchgesetzt. Dabei wurden producirt in den Monaten

	Roheisen	Eingüssen	Eig. Bruch
April aus	44 900 kg	2500 kg	8000 kg
Mai „	80 340 „	6600 „	4250 „
Juni „	71 600 „	3900 „	4950 „
	196 840 kg	13 000 kg	17 200 kg,

1) Nach einer Privatnotiz des Verfassers waren in zwei Fällen während einer Reparatur des einzigen Flammofens des Lehmformhauses in dem Frühjahre 1862 4875 kg mit 60 hl Cokes und einige Tage später 5025 kg mit 64 hl Cokes niedergeschmolzen worden, um Güsse von 50—60 Ctr. sicher ausführen zu können. Im ersten Falle waren 39 Gichten zu 125 kg auf ca. 0,75 hl und im zweiten Falle 48 Gichten zu 100 kg auf ca. 0,5 hl gesetzt worden, so dass sich ein Brennstoffverbrauch von über 30 hl im ersten und 16 hl im andern Falle für Anwärmen und Füllen des Ofens berechnen lässt. Einen intensiveren Betrieb durchzuführen war nicht möglich, weil die damaligen Gebläseverhältnisse der Gleiwitzer Hochofenanlage durchaus unzureichende waren und an die Giesserei Nichts abgeben konnten.

beziehungsweise:

=	17 349 kg Gusswaaren	2500 kg Eingüsse	8000 kg Bruch
	54 259,5 „ „	6600 „ „	4250 „ „
	58 193,5 „ „	3900 „ „	4950 „ „
	129 802,0 kg Gusswaaren	13 000 kg Eingüsse	17 200 kg Bruch.

Die Gichtenverhältnisse dieses Ofens sind in folgender Tabelle enthalten:

Monat	Tage	Gichtenwechsel monatl.	Gichtenwechsel tägl.	Durchsetzquantum im Ganzen kg	Gichtensatz Durchschnitt kg	Cokes im Ganzen hl	Satz hl	Cokes in Gichten hl	Füllung täglich hl
April	22	739	34	55 400	75	384	0,25	184,8	10
Mai	28	1515	54	91 240	60	808	0,33	513,0	
Juni	23	916	30	80 450	87,5	696	0,50	458,0	

Es geht aus diesen Angaben hervor, dass der Gichtensatz anfangs ein sehr niedriger war, dann noch mehr abnahm und erst schliesslich sich zu einer bedeutenderen Durchschnittshöhe erhob. Der Brennstoffsatz, den Windzuführungsverhältnissen entsprechend, schwankt nicht so sehr, sondern steigt allmälig, weil im Ganzen genommen auch der Eisensatz in den letzten Wochen des Monats gestiegen war. Dagegen bildete das Füllmaterial ein permanentes Belastungsmoment des Ofenbetriebes und wirkte unangenehm auf das Verhältniss des Brennstoffverbrauches zum Durchsatze, was sich aus den vorstehenden und den folgenden Ansätzen deutlich von selbst ergiebt.

Nach den vorhergehenden Notizen verarbeitete dieser Ofen in den erwähnten drei Monaten:

	196 840 kg	Roheisen,
	13 000 „	Eingüsse eigenen Betriebes,
	17 200 „	eigenen Bruch,
zusammen	227 040 kg	Einsätze,

und producirte:

	129 802 kg	Gusswaaren,
	13 000 „	Eingüsse,
	17 200 „	Bruch,
zusammen	160 002 kg,	wozu noch
	40 000 „	abgegebenes Nachfülleisen u. s. w. kommen, so dass die Production
	200 002 kg	betragen hat.

Es ergaben demnach:

	100,00 kg	Einsätze,
	57,16 „	Gusswaaren,
	17,50 „	abgegebenes Eisen,
	5,70 „	Eingüsse,
	7,50 „	Bruch,
zusammen	87,86 kg	nachweisbare Producte, so dass
	12,14 „	Abbrand oder Verlust sich herausrechnen.

Die Brennstoffziffer bleibt dagegen immer sehr hoch (über 50,00), weil bei an sich ungenügender Höhe des Ofens nur mit kurzen Campagnen gearbeitet werden konnte. Auch trägt die schon erwähnte geringe Qualität der Brennstoffe des Ofens zu den hohen Zahlen bei, die deshalb nur als durchaus ausnahmsweise gelten können.[1])

Die Anführung dieser Thatsachen erscheint aber geboten, um zu zeigen, wohin kleine Betriebe mit nicht entsprechenden Apparaten in ihren Resultaten gelangen können.

Die Eile, mit der in damaliger Zeit contractliche Lieferungen von Gasröhren abzuwickeln waren, liess vor's erste an keine planmässige Einrichtung denken. Später erst, als die Sache in Gang gekommen war, stellten sich günstigere Rechnungsergebnisse ein.[2])

Von den älteren Betrieben interessiren noch zunächst die Verhältnisse der Königin Marienhütte bei Zwickau.

Das Material der dortigen Fabrikation war, den verschiedenen Zwecken des Betriebes entsprechend, fast stets ein ungemein reichgegliedertes; ausser ausländischem, namentlich schottischem und englischem Eisen, wurden verschiedene Marken deutschen Roheisens gebraucht und auch ein namhaftes Quantum angekauften Altgusseisens verwerthet.

Während das schottische und englische Eisen vorherrschte, wenn es sich um Darstellung von Currentguss und kaufmännischen Artikeln handelte, verwendete man die deutschen Roheisenmarken und das bessere Maschinenbrucheisen zur Fabrikation von Maschinenguss und eigenem Bedarf (z. B. zu den häufig dargestellten Walzen).

Das Roheisen von Mathildenhütte erwies sich, wie auch in verschiedenen Berliner Betrieben, als geeignet, das schottische Roheisen in seinen gewöhnlichen Verwendungen zu ersetzen. Das ebenfalls verwendete Roheisen der Gesellschaft Phönix zu Kupferdreh, aus der dort üblichen Mischung für graues Roheisen erblasen, war anscheinend strengflüssiger und verlangte eine schärfere Hitze im Cupolofen, um giessbar zu werden; auch neigte es zum Hartwerden und vertrug weniger Umschmelzungen, wurde auch leichter hart, wie es in der Regel mit allem aus nicht sehr reinen, dabei wenig strengflüssigen Erzen erblasenen grauen Roheisen der Fall ist.

1) Die früher geübte interessante Abgangsberechnung des ältesten Betriebes zu Gleiwitz ist in Wachler's oberschlesischen Heften 1847 und darnach in den früheren Auflagen dieses Werkes, Bd. II, S. 57, nachzusehen.

2) Im Jahre 1862 fand, theilweise unter Mitwirkung des Verfassers, die erste genauere Notizführung bei den Oefen nach einem vom damaligen Pächter oder Privatverwalter angegebenen Schema statt.

Dieses Eisen, wie auch das zeitweise beschaffte oberschlesische Cokesroheisen (Eintrachthütte, Hubertushütte u. a. Marken) sollte dazu dienen, für gewisse Artikel den Bezug schottischen Eisens zu ersetzen, zeigte sich aber nicht immer dazu geeignet — eine Erfahrung, die auch andere Werke gemacht haben und welche hinsichtlich des besseren deutschen Giessereiroheisens ja auch bei den Wachler'schen Versuchen hervorgetreten ist.

Besonders geeignet zu starken und festen Maschinentheilen war das bei Holzkohlen zu Rothehütte im Harz erblasene Roheisen aus den Elbingeröder u. a. Eisensteinen des dortigen Gebirges. Da dieses Eisen aus verschiedenen Gründen später nicht immer zu haben war, sah man sich nach anderen Bezugsquellen um. So bot z. B. das Roheisen von Weyerhammer in Bayern (Oberpfalz) eine Zeit lang die namentlich für den Walzenguss erforderlichen Garantien.

Erzgebirgisches Roheisen war zu theuer, um daraus Gusswaaren zweiter Schmelzung darzustellen; es erschien rationeller, den Hochöfen selbst die Anfertigung von Gusswaaren zu überlassen (z. B. Erla und Schönheyde).

Die Beschickungsverhältnisse der Oefen waren verschieden nach der Grösse derselben — sie wichen von denen anderer Giessereien hauptsächlich im Punkte der Brennstoffquantität ab, welche ihrerseits von dem ungewöhnlich geringen Gewichte der Zwickauer Cokes abhängig erschien.

Ein sächsischer Scheffel wog circa 75 Pfd. oder 37,5 kg, während nach Früherem der Hektoliter oberschlesischen Cokes mit über 53 kg, unreine Gascokes mit 40 kg angenommen wurde. Nach vergleichenden Versuchen, die 1867 mit englischen und Zwickauer Cokes auf der Hütte angestellt wurden, leisteten 1 kg englische Cokes im Cupolofen dasselbe wie 1,9 kg Zwickauer Cokes.

Die Betriebsverhältnisse der einzelnen Oefen waren ungefähr die folgenden:

In dem grössten Ofen von circa 1275 m Schachtweite setzte man auf eine Cokesgicht von 2 hl = 75 kg circa 450—500 kg Eisen, im regelmässigen und energischen Betriebe, der 3000 kg Eisen pro Stunde lieferte; gesammelt werden konnten circa 3500 kg, also im Verhältniss zu der Ofengrösse nur ein geringes Quantum.

Der nächstgrösste Ofen von rund 0,85 m Schachtweite erhielt Cokesgichten von etwa 1,3 hl oder 50 kg und Eisengichten von 250 bis 300 kg; er fasste circa 1750 kg und konnte pro Stunde 2000 kg liefern.

Der kleinste Cupolofen des Werkes wurde mit Cokesgichten von $^1/_3$ hl oder etwa 12,5 kg betrieben, welche Eisengichten von durchschnittlich 67,5 kg tragen.

Während hierbei die Fassung nur 125 kg betrug, konnte man pro Stunde an 400 kg durchsetzen.

Als Resultate des gesammten älteren Betriebes mit dortigen Cokes ergab sich im Jahre 1868 zunächst ein Abbrand von 5,5 Proc. und ein Cokesverbrauch von 24—40 Proc., dessen gelegentlich ungewöhnliche Höhe auf gleiche Gründe zurückgeführt werden kann, wie die der Gleiwitzer älteren Werthe.

Seit der Bezug westfälischer Cokes durch Tarifverhältnisse möglich geworden war, hatte man angefangen, solche erst versuchsweise, dann mehr und mehr ausschliesslich zu verwenden, und stellten sich bei dem besten der alten Oefen des Werkes folgende Resultate heraus:

	bei Zwickauer Cokes	bei westfälischen Cokes
Zum Anwärmen	800 kg	850,0 kg
Eine Gicht Cokes wiegt	80 „	57,5 „
Eine Eisengicht wiegt	500 „	600,0 „
Cokesverbrennung pro 100 kg:		
durchschnittlich incl. Wärmen . . .	24 „	18,0 „
excl. Wärmen	16 „	9,6 „

Die westfälischen Cokes stammten aus einer Cokesbrennerei in Marten bei Dortmund und waren in Appolt'schen Oefen dargestellt.

An diese ältesten Betriebsnotizen einer der hauptsächlichsten Giessereien in Sachsen lassen sich noch einige Angaben über die Grundlagen, Ziele und den Gang des Betriebes einiger anderer Werkstätten desselben Landes anschliessen.

Vor Allem zählte die Stadt Chemnitz, das sächsische Birmingham, schon frühzeitig unter ihren Fabriken eine namhafte Zahl theils selbstständiger, theils in Verbindung mit Maschinenwerkstätten arbeitender Eisengiessereien, über deren älteren Betrieb ausser einigen vom Verfasser seinerzeit mitgetheilten Notizen[1]) wenig bekannt gewesen ist.

Die Kunstgiessereien, z. B. Hessler in Chemnitz, deren Leistungen auf der Chemnitzer (1867) und der Wittenberger Ausstellung (1869) hervorragende waren[2]), verarbeiteten meistens britisches Roheisen von verschiedenen Marken, Langloan I., Govan und Coltness in Schottland, Clarence in England, benutzten aber auch inländisches Bruch- und Altgusseisen in bedeutender Menge.

Zu den Baugusswaaren nahm man vorherrschend Langloan und Govan, letzteres meist nur als nothwendigen Ersatz des ersten, welches höhere Preise hatte.

Die Weichheit des Gusses bei hinreichender Festigkeit für leichtere Baugussarbeit liessen diese beiden Sorten allen anderen vorziehen; für Sachen von ungünstiger Eisenvertheilung, welche dem Schwinden ausgesetzt sind, nahm man lieber Coltness.

Auch das Roheisen von Clarence, damals oft dicht und geneigt hart zu werden, wurde wie in Berlin verwendet; es zeichnete sich durch Dünnflüssigkeit und Reinheit des Gusses aus, so dass man für feine Kunstsachen und solche Dinge, welche später getempert werden sollten, kein bequemeres Material unter den englischen Marken wählen konnte.

Der Satz des Cupolofens betrug in solchen Anstalten, der Kleinheit des Apparates entsprechend, durchschnittlich 100 kg pro 0,5 hl englische oder westfälische Cokes, und es wurden täglich circa 1500—2000 kg durchgesetzt. Ueber das Ausbringen konnten keine Daten erlangt werden, doch ist anzunehmen, dass sich Abbrand und Cokesverbrauch ähnlich verhielten, wie bei den kleineren Berliner Oefen.

1) Berg- und hüttenmännische Zeitung 1869. Der Giessereibetrieb auf der Ausstellung zu Chemnitz, nach Reisenotizen bearbeitet. S. 266, 286, 287.

2) Vergl. Berggeist 1869.

Unter den mit Maschinenfabriken verbundenen Eisengiessereien zeichneten sich damals besonders die von Johann Zimmermann und von Richard Hartmann (jetzt Eigenthum neuer Actiengesellschaften) aus und waren auch die einzigen, deren Betrieb grössere Dimensionen annahm.

Die erstgenannte Fabrik, vorzugsweise mit der Anfertigung von Werkzeugmaschinen zur Holzbearbeitung beschäftigt, verarbeitete Gartsherrie-Roheisen neben eigenem Bruch und gekauftem Altgusseisen von verlässlicher Herkunft.

Das Gartsherrie-Eisen, oftmals noch graphitreicher als Langloan Nr. I., hatte einen etwas lebhafteren Glanz und einen weniger mürben Bruch; es besass die Neigung, dichten Guss zu liefern, sobald es nicht zu hitzig eingeschmolzen wird. Man schmolz deshalb das Eisen in drei Cupolöfen von cylindrischer Form und 0,7—0,85 m Weite, deren Höhe 2,25 m betrug und welche den Wind aus jederseits drei übereinanderliegenden reichlich weiten Düsen empfingen.[1])

Zum Umschmelzen bediente man sich der besten englischen Cokes und setzte 125—150 kg Roheisen auf eine Cokesgicht von 0,5 hl, wobei man die Vorsicht beobachtete, mit dem Roheisenzusatz nie unter ein gewisses Minimum von 75—100 kg herabzugehen.

Die vorherrschende Anwendung übertrockneter Masseformen erleichterte das Giessen des Eisens und erforderte keinerlei Ueberhitzung des Gusses.

Umfangreicher und vielgliedriger gestaltete sich der Giessereibetrieb in der Hartmann'schen Fabrik, in welcher schon damals hervorragende Leistungen vorkamen, welche indess mehr in der Praxis verschiedener Formmethoden als in der eigentlichen Schmelzerei ihren Grund fanden.

Die Materialien des Betriebes waren ausser Langloan, Gartsherrie und Coltness, in geringerem Maasse nassauisches und hannoversches Roheisen von hartem und festem Charakter (vermuthlich Buderus und Georgs Marienhütte), aber schwieriger Behandlung, sowohl bei der Umschmelzung für sich als auch bei der Legirung mit anderen Sorten; die Cokes waren theils englische, theils westfälische, während man, besonders bei einem 1,416 m weiten Ofen, sich Zwickauer Cokes zum Füllen bedient.

Der Gichtensatz und die Beschickungsverhältnisse waren der Vielseitigkeit der Production wegen recht verschieden und auch die Production an Tümpel- und Eingusseisen, welche bedeutender als bei Zimmermann erschien.

Ein nicht mehr in Sachsen belegenes, doch aber später mit sächsischen Werken zu einem grösseren Besitze verschmolzenes Werk, das hochberühmte Lauchhammer bei Mückenberg im Regierungsbezirk Merseburg, befand und befindet sich noch in Betreff des Materialienbezuges zum Cupolofenbetrieb in ähnlicher Lage wie die eben erwähnten Giessereien, obwohl das eigene Roheisen ebenfalls einen Bestandtheil der Gichten ausmachte und der eigene Hochofen auf directen Guss ging.

1) Vergl. den im ersten Bande S. 504, Fig. 19 beschriebenen Düsenapparat.

Das Roheisen von Lauchhammer, dessen Darstellung mit besonderer Rücksicht auf den Giessereibetrieb geleitet wurde, bildete einen Typus der besseren aus Rasenerzen erblasenen Roheisensorten Norddeutschlands. Die hierzu verwendeten Erze zeigten grosse Verschiedenheit der Eigenschaften, Reductibilität und Schmelzbarkeit, sowie der Eisen-, Silicium- und Phosphorgehalte und liessen es räthlich erscheinen, nie eine Sorte für sich oder vorherrschend zu verarbeiten, sondern die Möllerung aus allen auf dem Werke vorräthigen, auf dem Erzplatze gesonderten Lieferungen der Gräbereien möglichst gleichartig zusammenzusetzen.

Zur Correction der Beschickung wurden Brauneisensteine der Urkalkformation von Meissen hinzugesetzt und als Zuschlag theils körniger Kalk von Miltitz bei Meissen, theils ein etwas dolomitischer jüngerer Kalk aus derselben Gegend angewendet.

Nach einer Notiz aus dem Jahre 1867 bestand der Möller beispielsweise aus

8	Karren	Torgauer	Rasenerzen
24	„	Liebenwerdaer	
8	„	Bomsdorfer	
6	„	Naundorfer	
4	„	Bönitzer	
4	„	Schildaer	
2	„	Arnsdorfer	
4	„	Burkhardswalder Brauneisenstein und	
7	„	Kalkstein (halb dolomitischer, halb reiner Urkalk).	

Sowohl die Burkhardswalder Erze als auch die dolomitischen Kalke machten die Beschickung strengflüssiger und die Erzeugung eines dichten grauen Roheisens leichter erreichbar. Trotzdem bildete sich bei der geringsten Betriebsstörung ein zum Giessereibetriebe unbrauchbares splitteriges weisses Roheisen, welches zurückgelegt wurde und anderweitig verwerthet, d. h. auf die Hämmer der Nachbarschaft zur Stabeisenerzeugung versandt wurde.[1])

Interessant war das Durchsetzen von schottischem Roheisen im Hochofen, das zur Anreicherung und zur Verbesserung des Satzes zuweilen bis zu 25 kg pro Gicht aufgegeben wurde.

Das gute Gussroheisen des Lauchhammer'schen Hochofens wurde, wie angedeutet, zum grössten Theile direct vergossen und zeigte in der Gusswaare wie in den Gänzen ein feinkörniges gleichmässiges Gefüge, lichtgraue Farbe und alle Zeichen raschen Festwerdens bei genügender Dünnflüssigkeit.

Ausser diesem eigenen Roheisen, dem sich ein bestimmter Zusatz von Wascheisen, Emailliurausschuss, sowie das eigene Bruch- und Eingusseisen zugesellte, wurde im Cupolofenbetrieb noch etwas Langloan Nr. I., Carron u. a. britische Marken von grobem grauen Korn zugesetzt. Für starken Guss, wie ihn die mit dem Werk verbundene Maschinenwerkstatt zeitweilig verlangte, wandte man auch feinkörniges Harzer Roheisen, namentlich das von Rothehütte an, das sich eben so ausgezeichnet goss, wie das dünnflüssige Rasenerzeisen, dabei aber eine grössere Festigkeit besass und, mit britischem Eisen legirt, guten Maschinenguss lieferte. Für die eigentliche Specialität Lauchhammers,

1) Dieser Vorgang ist dem Verfasser auch von anderen Werken bekannt geworden, welche ebenfalls Rasenerze verarbeiten.

den verzierten Guss, blieb indess das eigene Roheisen stets das wichtigste Material, dem nur so viel grobkörniges Giessereiroheisen zugesetzt wurde, als erforderlich war, um den Guss grau zu erhalten.

Die älteren Schachtöfen, von einfachem fast cylindrischem Profil und 0,65—0,75 m Weite wurden mit kaltem Wind von schwacher Pressung (1,7 mm Quecksilber oder 0,25—0,315 m Wasser im Maschinenhause) betrieben und zunächst am Anfang jeder Schicht mit 12 Gichten à 0,50 hl Zwickauer Cokes gefüllt und angesteckt. Bei vollständigem Brand wurde mit einem Eisensatz von 100 kg auf 0,25 hl englische schwere Cokes begonnen und angeblasen, dieses Eisenquantum indessen nicht wesentlich, sondern nur bis 125 kg gesteigert, um stets ein möglichst gleichartiges Product zu bekommen. Die Füllgichten und die während der Mittagspausen u. s. w. gesetzten leeren Gichten nicht gerechnet, kamen täglich 70—80 Gichten zur Aufgabe, wobei das Schmelzen den ganzen Tag fortging und selten unter 10 Stunden anhielt.

Die Gichten bestanden zunächst aus eigenem Ganzroheisen, falls solches vorhanden war, dann aus Bruch- und Eingusseisen vom eigenen Betriebe, dem zur Correction noch britisches Eisen nach Maassgabe der Bestimmung zugesetzt wird.

Während z. B. die Gicht für Currentguss, Poterie und Oefen aus

37,5 kg britischem Roheisen,
125,0 „ eigenem Roheisen, Bruch und Eingüssen,
12,5 „ Emaillirausschuss

bestand, setzte man für Maschinen-, Lehm- und Masseguss, sowie zum Kunstguss

62,5 kg britisches Roheisen und
62,5 „ eigenes Material, ohne Zusatz von Emaillirausschuss, der wegen anhaftender Grundmasse geeignet schien, den Satz zu verunreinigen.

An Flussmitteln gab man nach je acht Gichten 3—4 l Miltitzer Urkalk in feingepochtem Zustande auf, den man durch Absieben von dem zu dem Hochofen gelangenden gröberen Bruch trennte.

Der Giessereibetrieb auf den Hütten des Harzes bediente sich des Cupolofens in nicht so hervorragender Weise wie die bis jetzt angeführten und zum Theil noch zu erwähnenden Werke.

Alle durch Leistungen auf diesem Gebiete ausgezeichneten Anstalten, die anhaltinischen, die ehemals braunschweigischen und die ehemals hannoverischen Staatshüttenwerke, sowie einige wichtigere Privatanstalten hatten eigenen Hochofenbetrieb und fabricirten erst in zweiter Linie Güsse zweiter Schmelzung.

Die bedeutendsten Werke waren und sind noch Rothehütte und Ilsenburg, denen sich Königshütte bei Lauterberg und die Werke zu Rübeland und Mägdesprung anschlossen. Das Material der Roheisenerzeugung war wesentlich dasselbe für alle genannten Anstalten; eine grosse Sortenreihe von Eisenerzen des Harzes stand fast Allen zu Gebote, doch sind vorzugsweise günstig nur Rothehütte, Ilsenburg und Rübeland gelegen, die sich an das Elbingeroder Erzrevier direct anschliessen.

Der Hochofenbetrieb wurde überall vorherrschend auf directen Guss geführt und bei mässig erhitztem, oft auch bei vollständig kaltem Winde

ein feinkörniges, weiches, graues Eisen erzeugt, das die Eigenschaft besass, die Formen gut zu füllen und sich leicht zu vergiessen.

Der Cupolofenbetrieb wurde früher nur als Ersatz des zeitweise kalt liegenden Hochofenbetriebes und dann vorherrschend mit Holzkohlen geführt, wofür die von Kerl gemachten Angaben[1]) in Betreff der Cupolöfen zu Königshütte und Lerbach interessante Aufschlüsse gewähren, auf welche hier verwiesen werden muss.

In Ilsenburg zum Beispiel, wo Hochofenbetrieb von jeher vorhanden war, verhielten sich durchschnittlich die Mengen der Gusswaaren erster und zweiter Schmelzung wie 2 : 1 oder im besten Falle 1 : 1; trotzdem wurde in allen Fällen besonderer Ansprüche vorwiegend an den Hochofen recurrirt, und nur in Bezug auf Massenfabrikation ohne Qualitätsrücksichten fand vorherrschend Cupolofenbetrieb statt.

Noch mehr trat bei den im Inneren des Harzes gelegenen Werken, also bei Rothehütte, Rübeland und Mägdesprung, der Cupolofenbetrieb zurück, der nur dann vorwiegend Platz griff, wenn ein Kaltlager der Hochöfen eintrat.

Der Holzkohlencupolofen zu Rübeland war 1870 noch zeitweilig im Betriebe und namentlich dazu bestimmt, das für directen Guss zu gaare graue Roheisen, das leicht schaumig wird, umzuschmelzen und dabei zu verändern.

In seiner damaligen Zustellung hatte der Ofen eine Höhe von etwa 5 m, eine Gichtweite von etwa 400 mm, eine Kohlensackweite von etwa 640 m, 1,25 m über der Gestellsohle, und eine Gestellweite von etwa 400 mm; er wurde mit einer Form betrieben und gab täglich 4000 bis 5000 kg Eisen, das in kleinen Abstichen entnommen wurde.

Der Kohlenverbrand (halb buchene, halb fichtene Kohlen) bezifferte sich auf 50—250 kg pro 100 kg Guss, womit allerdings die äussersten Grenzen angegeben sind. Gewöhnlich hielt sich der Verbrauch zwischen 50—80 kg pro 100 kg Guss und der Abbrand an Eisen auf 4—5 Proc.

Der Cupolofenbetrieb mit Cokes auf der Rothehütte war erst im Laufe der letzten Monate 1870 in das Leben gerufen worden und hat sehr befriedigende Resultate gegeben.

In dem circa 2,5 m hohen und 0,47 m weiten Ofen, dessen Futter aus den Trümmern von bereits im Feuer gewesenen Gestellsteinen bestand und sich durch grosse Haltbarkeit auszeichnete, wurden bei erwärmtem Winde in einem Monate 64 450 kg Roheisen verschmolzen und daraus 61 000 kg Gusswaaren von einem durchschnittlichen Stückgewicht von 3—4 kg dargestellt.

Jede Gicht bestand aus 10 kg Cokes und 60—64 kg Roheisen und Bruch aller Art, und es wurde dabei den ganzen Tag geschmolzen, um (wegen unzureichender Formkastenzahl) keine Zeitverluste durch Verzögerung des Abgiessens eintreten zu lassen. Die stündliche Leistung betrug daher nicht mehr als 250—300 kg und wurde durch Aufgabe und Windführung regulirt.

Die Haushaltsberechnung ergab für dieselbe Zeit, welcher die obigen Zahlen gelten, einen Abbrand von 5—6 Proc., einige Male durch genaue Wägungen festgestellt und seither berechnet, und einen Brennstoffver-

1) Metallurgische Hüttenkunde. 2. Aufl. Bd. III, S. 368.

brauch von 30,43 kg pro 100 kg Gusswaaren, wobei 1,40 kg Holzkohlen und 2,38 kg Cokes zum Anwärmen und Füllen eingeschlossen sind.[1])

Die Eisengiesserei zu Ilsenburg bediente sich, wie schon angedeutet, vorherrschend des Hochofens, um Gusswaaren darzustellen und verhüttete ein sehr reiches Sortiment von Erzen aus den Revieren des Büchenbergs bei Elbingerode.

Durch langjährige Erfahrung war es gelungen, den verschiedenen Anforderungen, die im Laufe eines Tages gemacht werden, durch Abweichungen in der Gichtzusammensetzung zu entsprechen, Abweichungen, die von einer Aenderung in der Windführung zeitweilig begleitet sein können. Solche locale Maassregeln, die besonders der frühere Director, der berühmte Oberhütteninspector Schott, mit meisterlicher Virtuosität beherrschte, entziehen sich natürlicherweise der Besprechung und auch der Nachahmung, wofern man nicht gleiche Verhältnisse zur Disposition hat.

Die Umschmelzung trat erst später in den Vordergrund, seit neben den verzierten Gusswaaren auch Maschinen- und Handelsguss in grösseren Mengen fabricirt werden sollten. Ein Erweiterungsbau der Giesserei erhielt einige Cupolöfen, darunter einen nach Krigar'schem Princip.

An die eben besprochenen älteren Betriebe des Harzes schliessen sich die der umliegenden Bezirke an, von denen einige schon in sehr früher Zeit Bedeutung hatten und Betriebsresultate bekannt gaben.

Die der Firma Franz Wagenführ gehörende Tangerhütte bei Vaethen ist eine der ältesten Handelsgiessereien jener Gegenden und hat sehr früh angefangen mit den bereits citirten Werken Lauchhammer u. a. zu concurriren. Ihre Fabrikation umfasst nicht allein sämmtliche Massenartikel des Giessereibetriebes, sondern hat auch besonders schwunghaft gehende Detail- und Specialartikel, die den Ruf des Werkes begründet haben.

Man nimmt dabei aber einen weniger exclusiven Standpunkt ein, sucht eine verhältnissmässig billige Herstellung zu erzielen und beschränkt aus diesem Grunde die Fabrikation des verzierten oder Kunstgusses auf die Dinge, deren Massen geeignet sind, die Kosten der Modelle zu vermindern und die wiederholt gefragt zu werden pflegen. Dazu gehören, abgesehen von dem verzierten Bauguss, die Kandelaber und Arme für Gasbeleuchtung, Brunnenständer, Gartenmöbel, Grabmonumente, Gitter u. s. w.

Auf Grund günstiger Erfahrungen bediente man sich deshalb als Material des Mathildenhütter Eisens (hatte auch wohl für festeren Guss anderes Roheisen vom Harz angekauft, z. B. Rothehütte), setzte hierzu die gleichen Mengen Coltness, sowie eigenes Brucheisen und

1) Der Verfasser machte damals (1870) die folgende Beobachtung, betreffend das Aussehen des Giessmateriales.

Dasselbe, wie es aus dem Ofen kommt, zeichnete sich durch eine eigenthümliche repulsive Tendenz in seinen Bewegungen aus und näherte sich den Flussformen des reinen Quecksilbers, insofern z. B. beim Guss der Herdplatten sich nach Füllen der Form oftmals Lücken in der Mitte zeigten, die durch Hin- und Herziehen der Oberfläche sich endlich schlossen. Es expandirt ziemlich stark, nachdem es einige Zeit sich saugend verhalten, und füllte die feinsten Gussformen scharf aus, ohne im Geringsten hart zu werden.

Das Spiel bestand in einigen geraden Linien, die in weiten Zwischenräumen sich verschoben und schnitten, nach dem Erkalten übrigens leicht zu erkennen waren. Der äussere Charakter im Bruch war der eines feinkörnigen graphitischen Roheisens.

schmolz die aus circa 150 kg bestehende Gicht bei circa 15 kg Cokes in gewöhnlichen Cupolöfen von 785 mm Weite und 2,826 m Höhe, von denen fünf auf dem Werke vorhanden waren. Da früher auf dem Werke ein Hochofen zur Verhüttung der Rasenerze der Umgegend bestand, disponirte man über die Kräfte eines Cylindergebläses.

Die Betriebsverhältnisse der Oefen haben sich seit jener Zeit (1870) wenig geändert.[1])

In Magdeburg selbst oder seinen Vororten stand der Giessereibetrieb von jeher in hoher Blüthe.

Eine der ältesten Anstalten war die noch jetzt bestehende Eisengiesserei der Actiengesellschaft für Elbschiffahrt und Maschinenfabrikation[2]), welche unter der Leitung von B. Andreae zuerst hohe Bedeutung erhielt und aus deren Ateliers bedeutende Ingenieure hervorgegangen sind.

Sie befasste sich von jeher hauptsächlich mit der Darstellung von Maschinenguss, zum Theil von enormer Grösse, und besass stets ausreichende Vorrichtungen, die nothwendigen Eisenmassen disponibel zu halten.

Zunächst waren zwei Cupolöfen vorhanden, die circa 2,2 m Höhe und 1 m Durchmesser hatten, von cylindrischer Zustellung und mit jederseits zwei Formen in verschiedener Höhe versehen, deren Weite gewöhnlich 15 m betrug.

Ausserdem war noch für gewisse Fälle ein grösserer Ofen vorhanden, der circa 1,57 m weit und 2,8 m hoch war; er hatte vier Düsen zu 0,82 m Weite, und seine Haltungsfähigkeit betrug 8500 kg (4000 kg flüssiges und 4500 kg schmelzendes Eisen), während die der anderen nur 2500 kg (1250 kg flüssiges und 1250 kg schmelzendes Eisen) ausmachte.

Zum Füllen wurden 427,5 kg westfälische Cokes genommen und pro Gicht circa 26,5 kg = 0,5 hl gesetzt; die Eisengicht betrug hierbei 150 kg Roheisen (gewöhnlich Coltness, Langloan oder Gartsherrie), 50 kg Eingüsse und 100 kg Altgusseisen, und es wurden pro Stunde ungefähr 2750 kg durchgeschmolzen.

Nimmt man einen durchschnittlichen Durchsatz von 6250 kg Roheisen pro Ofen und Tag an, so betrug der Cokesverbrauch

ohne Füllung	$9^1/_4$ kg	pro	100 kg	Durchsatz,
mit derselben	15 „	„	100 „	„
„ „	$15^3/_4$ „	„	100 „	Gusswaaren und Abfälle.

Berechnet man die Producte als Procente des Durchsatzes, so ergeben sich pro 100 kg Durchsatz:

an Gusswaaren	85 kg
„ Eingüssen	10 „
folglich findet man Abbrand	5 „
zusammen	100 kg.

Zu 100 kg Durchsatz wurden ungefähr $^3/_5$ kg Flussspath zugeschlagen, den man dem Kalk vorzog.

Als Beschluss der Reihe von älteren Beispielen mögen noch die folgenden, vorzugsweise der ausländischen Literatur entnommenen Angaben Platz finden.

1) Mittheilung der Direction 1892.

2) Bekannter vielleicht als die „alte Bude".

Guettier in seinem Traité de la fonderie, Ausgabe von 1858, S. 181 ff., bespricht den Betrieb der von ihm erbauten und beschriebenen Oefen[1]) nur sehr kurz. Er füllt dieselben durchschnittlich bis an die Gicht und giebt bei sehr weiten Oefen nur zu, dass ein Theil der ersten Füllung aus Torf oder Abfällen starken Holzes bestehen darf, der Rest dagegen bis an die Gicht Cokes sein müssen. Trotzdem stellen sich nach seinen Erfahrungen die Ziffern des Cokesverbrauches erheblich anders, als die bei manchen deutschen Giessereien berichteten, da er nur 140—170 kg Cokes auf 100 kg Roheisen rechnet.

Das Volumen der Gichten richtet sich dabei nach der Grösse des Ofens; wenn in einem Cupolofen von mittleren Verhältnissen 150 kg auf 24—25 kg Cokes aufgegeben werden, so reduciren sich diese Quantitäten im entsprechenden Maasse, sobald ein kleinerer Ofen in Anspruch genommen werden soll. „Im Allgemeinen", stellt Guettier auf, „kann man um so kleinere Gichten aufgeben, je schwerer der Brennstoff ist, indessen muss man dieselben um so mehr vergrössern, je leichter seine Beschaffenheit sich zeigt, damit niemals die Kohlengichten von den Eisengichten durchbrochen werden können."

In Betreff der Reihenfolge, in welcher, nach Guettier, erforderlichenfalls verschiedene Eisensorten gesetzt werden müssen, ist Folgendes zu bemerken. Es ist vortheilhaft, zuerst das graue, dann das weisse Roheisen (gegen das Ende der Schicht) einzuschmelzen und zu vergiessen; befürchtet man dennoch das nachtheilige Mischen, so ist es vorzuziehen, dass der Schmelzer Veranlassung nimmt, die beiden Eisensorten durch blinde Gichten zu trennen (obwohl dieses Verfahren stets eine nicht zu rechtfertigende Materialverschwendung nach sich zieht). Zur Schlackenbildung wurde damals auch in Frankreich stets kalkiger Zuschlag den Schmelzmaterialien beigefügt; die Schlacke räth Guettier von Zeit zu Zeit besonders abzustechen und dieses Verfahren namentlich nach jedem grösseren Abstich zu wiederholen, um das Festsetzen der Schlacke auf der Herdfläche und ihr Erkalten zu verhindern. Gegen das Ende der Campagne ist die Temperatur im Ofen eine so hohe, dass Guettier empfiehlt, in dieser Zeit alles kleine Brucheisen, das sich angesammelt, sowie auch angekauftes zu schmelzen.

Auch in den bereits mehrfach citirten Aufsätzen Mallet's begegnet man einer Reihe praktischer Bemerkungen, von welchen hier im Auszuge zusammengedrängt diejenigen wiedergegeben werden sollen, welche positive Notizen enthalten.

Sie finden sich vorzugsweise im I. Band der III. Serie des Pract. Mech. J. (1865/66), S. 199, wo zunächst über die vermeintlichen Vorzüge des Flammofenschmelzens vor dem Cupolofenschmelzen des Breiteren berichtet, dann auf die älteren in England üblichen Formen übergegangen wird und schliesslich die neuesten Erfahrungen im Betriebe besprochen werden.

Er erwähnt u. a. eines von ihm selbst erbauten grösseren Ofens, dessen innerer Durchmesser in der halben Höhe circa 7 Fuss war, etwa 2,1 m, und sich darüber auf 6 und nahezu 7 Fuss zusammenzog; die Totalhöhe betrug 20 Fuss oder rund 6 m. Der Ofen gab bei continuir-

1) Vergl. Bd. I, S. 518.

lichem Betrieb zwar nur 2500 kg sehr flüssiges Eisen pro Stunde und verbrauchte 200—250 kg Cokes pro Tonne Eisen, also 20—25 Proc. des Durchsatzes.

Die übrigen Notizen, welche sich auf den Betrieb selbst beziehen, charakterisiren hauptsächlich die Arbeiten des Schmelzers, welche bei den in England häufigen sehr grossen Cupolöfen beschwerlicher scheinen, als bei den Oefen von mittlerer gewöhnlicher Grösse. So sind allerlei Vorsichtsmaassregeln, Schutzmittel u. s. w., sogar präservirende Kleidungsstücke angegeben. Genauer werden die Werkzeuge beschrieben, das Stopfholz und seine schwierige Handhabung, besonders bei dem alten Ofen mit hohem Gestell, wo ein mächtiger hydrostatischer Druck den vollen Zustand begleitete. Dann kommen die Auskrückhaken an die Reihe, welche in Riesendimensionen, 15 Fuss oder 4,5 m lang und entsprechend stark, angeführt werden. Die Anlage der Düsen, wie die Windführung überhaupt, beschäftigt den Verfasser ebenfalls, doch sagt er da wenig Neues, als etwa, dass man in England den Cupolöfen früher kupferne Formen von ähnlicher Gestalt gegeben habe, wie die Hochofenformen, und stets an jeder Seite mehrere (bis 6) Formen übereinander angelegt, nicht allein um veränderliche Eisenmassen halten zu können, sondern, wie Mallet ausdrücklich hervorhebt, weil bei einem weiten Cupolofen die wirklich angemessenste Höhe für die Formenachsen sich nicht immer vorher festsetzen lasse, sondern sehr viel von der Stückgrösse und der sonstigen Beschaffenheit der Schmelzmaterialien abhänge, die bei einem grossen Betrieb nicht immer constant zu halten wären.

Eine ausführliche Besprechung einer gut angelegten Cupolofenschmelzerei schliesst sich an das Vorhergehende, bringt aber ausser einigen auf Massenbetrieb hinzielenden Sätzen nichts, das von dem in diesem Buch Vorgetragenen abwiche.

Die vorstehenden Beispiele dürften genügen, um den älteren Ofenbetrieb, dessen Bild sich ja jederzeit auch in neueren Verhältnissen, wo unvollkommene Zustände existirten, wiederholen kann, zu kennzeichnen. Sie vervollständigen sich durch Angaben der älteren Literatur von selber.

Neuere Cupolofenbetriebe.

Wie der Ireland-Cupolofen die Reihe der neueren Profile und Oefen eröffnet, so dürfte auch die Besprechung seines Betriebes die neueren Betriebe überhaupt am Besten einleiten.

Unter den mancherlei Ausführungen der Irelandöfen sind es die bereits Band I, S. 534, Fig. 33, dargestellten Cupolöfen der Eisengiesserei von Borsig, Moabit, Berlin, die hier zuerst angeführt zu werden verdienen.

Die im Folgenden zu schildernden Betriebsverhältnisse haben sich nicht wesentlich geändert, da von den jetzt vorhandenen vier Irelandöfen nur zwei den gewöhnlichen Betrieb, wie auch früher, unterhalten und die übrigen nur ausnahmsweise und für schwere Stücke in Dienst gestellt werden. (Mittheilungen der Direction 1892.)

Die Einrichtung, Grösse und Zustellung der beiden früher betriebenen Oefen waren insofern etwas von einander verschieden, als die Fassung des einen circa 1750 kg, die des andern dagegen 2250 kg be-

trug, etwas weniger als die seinerzeit von Ireland garantirte Menge und auch weniger als die aus Berechnung des Gestellraums sich ergebende flüssige Eisenmasse. Die Betriebsverhältnisse waren aber nahezu dieselben für beide Apparate. Man füllte beide Oefen mit 7 hl oder 350 kg westfälischen Cokes und ging nur bei zweifelhafter Qualität derselben und besonders beim grösseren Ofen bis zu 8 hl oder 400 kg. Diese Füllung war so gross, dass sie über die oberste Formenreihe der Oefen ein gut Theil hinaufreichte und unmittelbar eine Eisengicht von 200—300 kg tragen konnte.

Man liess den Ofen bei geöffnetem Stich und Düsen-Visiren, aber bei geschlossenen Schiebern [1]) ruhig brennen, bis sich die ersten Eisentropfen vor den unteren Formen zeigten; dann schloss man die Visire und liess das Gebläse an, indem man einen Druck von 0,21—0,32 m Wasser innehielt und nur aus den unteren Formen blies. Zehn Minuten nach dem Anblasen setzte man eine neue Gicht von 50 kg Cokes und 400—450 kg Eisen und blies so lange in derselben Weise fort, bis sich auch an der oberen Formenreihe die Schmelzung zeigte. Dann zog man die Schieber theilweise auf und begann mit der oberen Düsenreihe zuerst schwach, dann stärker zu blasen, indem man der Ventilatormaschine mehr Dampf gab und die Pressung allmälig auf 0,4 m Wasser steigerte. Die nächste Gicht betrug 500 kg auf 50 kg Cokes, dann 600 kg und endlich 750 kg, womit der damalige Normalsatz erreicht war, der nun fortgeführt und nur bei dringender und schwerer Arbeit oder sehr guten Cokes überschritten wurde; der Druck erreichte jetzt 0,47 bis 0,525 m Wasser und dann konnte man selbst bis 1250 kg Eisensatz auf 50 kg Cokes gehen, nur musste der Ofen gut in Hitze sich befinden und ein grosses Stück zum Abguss kommen. Auf 1000 kg Roheisen kommen jetzt durchschnittlich 5 kg Kalkzuschlag.

Der Verbrauch an Cokes stieg selten bis zu 15 kg pro 100 kg Gusswaare und betrug gewöhnlich 10—12 kg. Neuerdings ist 10—15 kg pro 100 kg Roheisen angegeben worden, wozu noch 400—500 kg Füllcokes kommen. Der Abbrand erreichte ebenfalls kein grösseres Maass als 4,5—5 Proc., wobei allerdings die ausschliessliche Verwendung der einen oder der anderen Eisensorte wohl einen Unterschied machen konnte.

Der Betrieb des Ireland'schen Ofens, wie er sich in der Borsig'schen Fabrik darstellte, erforderte, sobald mit den Materialien gewechselt werden musste, eine gewisse Aufmerksamkeit. Eine Steigerung der Temperatur liess sich angeblich nur durch bessere Cokes bewirken, während die Zunahme der Windpressung zunächst nur eine grössere Lebhaftigkeit des Gichtenwechsels und eine Steigerung der Production, aber auch eine Verminderung der Temperatur im flüssigen Roheisen hervorzubringen schien.

Unbedingt erfordert der Ireland'sche Ofen, um gut betrieben werden zu können, die vollständige Disposition über eine unabhängige, den Ventilator betreibende besondere Kraft, um den leisesten Aenderungen in der Beschickung und dem Gang des Ofens folgen zu können. Wo dieses, wie damals häufig, nicht der Fall war, hatte man mit dem

1) Die Schieber verschliessen oder öffnen den Zugang zu der oberen Abtheilung des Windkanals.

Betriebe des Ireland'schen Ofens viel Umstände und manche Mühe, ehe der Betrieb glatt ging.

Am besten arbeitete der Apparat für grosse und schwere Güsse oder für rasch niederzuschmelzende Chargen, z. B. beim Bessemerbetrieb, wogegen er für kleineren Guss damals weniger günstig erschien, da er schwer zu bremsen war. Aus demselben Grunde war das Material, das sich seinen Eigenthümlichkeiten am ehesten anpasste, das gewöhnliche schottische Roheisen, z. B. Langloan, Gartsherrie und Coltness, weil es weniger Hitze erfordert; alle härteren oder dichteren, sowie alle graphitärmeren Roheisensorten schienen geneigt, weiss zu werden, wenn nicht durch schwere Brennstoffe und gleichzeitig stärkere Windpressung die Intensität der Wärme im Apparat gesteigert wurde. Legirungen verschiedener Eisensorten liessen sich, im Ireland'schen Ofen wie überall, dann am besten ausführen, wenn die Temperatur des Schmelzens dem strengflüssigsten unter den die Legirung zusammensetzenden Roheisenarten entsprach und wenn vor dem Guss selbst für eine möglichst innige mechanische Bewegung der Metallmassen gesorgt wurde.

Auf der Borsig'schen Eisengiesserei wurde und wird noch jetzt nicht allein Roheisen zu dünnem leichten Guss, sondern auch Roheisen zu festem dichtem, sowie zu mehr oder minder hartem Guss, dann zu halbirtem und endlich zu Hartguss in demselben Ireland'schen Ofen eingeschmolzen, wobei allerdings ein möglichst continuirlicher und scharfer Betrieb Bedingung bleibt zur Erreichung jener vortheilhaften Resultate, welche die Einführung des Apparates veranlassten.

Es wurden zu dem Behufe ausser dem Roheisen von Langloan und Coltness noch die Marken Mathildenhütte bei Harzburg, Borsigwerk und Hubertushütte in Oberschlesien, Vorwärtshütte in Niederschlesien, neuerdings „deutsches Hämatiteisen" von Blankenburg am Harz, dann Blaenavon in Wales (kalt erblasenes Roheisen von feinkörniger Textur), oberschlesisches Holzkohlenroheisen (Tworog und Miotek) und schwedisches Holzkohlenroheisen (von Finspong sowie von anderen Productionsorten) beständig oder vorübergehend verarbeitet.

Da es von Interesse sein dürfte, die bei Borsig erzielten Resultate mit anderen zu vergleichen, so folgen hierunter einige anderweitige Resultate Ireland'scher Oefen.

In der Zeitschrift des Vereins der Ingenieure 1869, S. 273, Heft 4 theilt Gerhardi die Zeichnung eines verbesserten Cupolofens mit, der sich in seiner eigenen Giesserei auf das Vorzüglichste bewährt habe, und giebt zu derselben folgende Erläuterungen.[1])

Die in Rede stehende Art von Schmelzöfen, führt Gerhardi an, sei 1863 in der Borsig'schen Eisengiesserei durch einen Engländer (Ireland) eingeführt worden und fand deshalb schnell Nachahmung, so dass sie sich in fast allen grösseren Maschinenfabriken vorfänden.

Der Werth dieser Oefen stehe in directem Verhältniss zum Cokespreise, der natürlich wesentlich durch die Lage der Giesserei bedingt ist. Die Anlagekosten derselben seien aber höher als die der Cupolöfen mit geradem ausgestampften Schacht.

1) Siehe Bd. I, S. 537, Taf. VI.

Die letzteren (gewöhnlich 0,73—1,570 m, nach oben etwas enger, und 1,88—3,14 m hoch) haben 3—4 übereinanderliegende Blaselöcher jederseits und erfordern zum Füllen und Anblasen eine Menge Cokes.

Die Weite ist bei dieser Disposition durch den Fassungsraum bedingt, so dass es unmöglich ist, grössere Mengen Eisen mit ebenso geringem Brennstoffaufwand zu sammeln als kleinere.

Gerhardi versuchte einen 732 mm grossen Ofen oberhalb der beiden höchsten Düsen allmälig auf 390 mm zusammenzuziehen und nach oben wieder auf 680 mm zu erweitern.

Die Resultate waren besser, der Schmelzprocess ging rascher und intensiver von statten, aber das Ausschmelzen der Chamottemasse an der Einschnürung zeigte, dass die grössere Wärmeintensität sich unterhalb des engsten Querschnittes entwickelte.

Dem Verfasser dieses Werkes nach lag dieser Erscheinung das Verhältniss der Lage der Düsen zur Einschnürung zu Grunde, weil die untersten Düsen noch unterhalb derselben lagen, wurde die heisseste Zone an die Kanten der übergekragten Schachtfuttertheile herabgerückt und griff dieselben energisch an.

Die Erfahrungen mit den Cupolöfen der Borsig'schen Eisengiesserei ergaben fast stets eine geringe Erweiterung oberhalb der oberen Rast derselben; daraus geht hervor, dass die intensivste Hitze durch die Schnelligkeit im Aufsteigen des gebildeten Gasstromes, namentlich an den Wänden, stets etwas höher liegt als das Niveau des Luftzutrittes durch die Formen.

Die Verhältnisse des Ofens ergeben sich aus Tafel VI des ersten Bandes; für grössere Fassungsräume, z. B. von 0,68—1,130 m Weite, werden nach Gerhardi's Ansicht die vertikalen Dimensionen des Ofens nur wenig anders, da sich nur die Haltungsfähigkeit, nicht die Schmelzzonengrösse ändert.

Der Betrieb wurde in folgender Weise geführt:

Ein Schiele'scher Ventilator vôn 500 mm Flügelraddurchmesser machte nominell 3800—4000 Touren, wovon etwa 3 Proc. für Riemengleiten abzuziehen waren, und gab am Manometer 0,400—0,425 hl Wasserdruck. Die Füllung geschah bis zur Oberkante der Rast und verbrauchte 300 kg Cokes, welche entzündet werden und 4—5 Stunden ordentlich durchbrennen mussten; dann setzte man 250 kg Eisen und weitere 25 kg Cokes abwechselnd bis zur vollständigen Füllung, nach welcher etwa 1250—1500 kg Eisen darin enthalten waren. Der Ofen blieb dann zwei Stunden so stehen, und erst wenn die Gicht rothglühend erschien, setzte man den Ventilator in Betrieb und blies mit den vier unteren Düsen. Sank flüssiges Eisen herunter, dann öffnete man die Schieber und setzte die acht oberen Düsen in Thätigkeit; gleichzeitig fand eine Vergrösserung der Eisengicht auf 350—500 kg statt.

Ein solcher Betrieb ergab durchschnittlich 2250—2600 kg Eisen pro Stunde und man verbrannte $13^1/_2$ kg Cokes pro 100 kg Eisen.

An die Erfahrungen, welche Borsig und Gerhardi mit dem Ireland'schen Cupolofen gemacht haben, schliessen sich diejenigen der bereits erwähnten Flusseisenwerke an, unter denen das Werk von Hörde eine der grössten Anlagen besass.

Diese von Ireland selbst construirten Apparate unterschieden sich von den bei Borsig errichteten Oefen nur wenig und nur insofern, als der Windkasten aus zwei durch eine Steinschicht getrennten Theilen bestand, welche aber durch mit Schiebern versehene vertikale Kanäle in gegenseitiger Verbindung standen.

Die Zustellung erhellt aus der auf S. 536 des I. Bandes, Fig. 34, befindlichen Skizze und zeigt den grossen Sammelraum, wie auch die Verhältnisse des Schachtes, wobei noch anzumerken ist, dass die Totalhöhe des Ofens, d. h. die Entfernung von der Schwelle der Gichtenthür bis auf die Oberfläche des Fundaments 4,70 m betrug. Die Schmelzzone war 0,63 m weit, der Sammelraum 1,1 m und der Schacht ebenso weit. Die Zustellung unterschied sich insofern von den bisher betrachteten Oefen, als die Rast wie auch die Schmelzzone mit Masse ausgefüttert war, während dahinter wie auch im Schacht und Gestell ein Futter von Stolberger Steinen sich befand.

Das Fundament war in den Blechmantel hinein aus fettem Sand gestampft und der Ofen stand direct auf der Steinschwelle, welche diesen Theil der Bessemerhütte durchschneidet.

Der Betrieb selbst verlief in folgender Weise:

Nachdem der Ofen reparirt und bereit gemacht war, wurde er mit Cokes vollständig gefüllt, wozu in der Regel 12 Körbe, à 32,5 kg, also zusammen 390 kg Cokes erforderlich waren; diese liess man so weit herunterbrennen, dass sie noch hinreichende Gluth zurückliessen, und gab dann noch 5—6 Körbe, also 162,5—195 kg auf, die bestimmt waren, die erste Eisengicht von 1250 kg zu tragen. Der Wind wurde bei diesem Verfahren eher angewandt als bei den Giessereiöfen Borsig's und nicht erst nach dem Beginn des eigentlichen Schmelzens. Die Eisengicht von 1250 kg deckte man mit $^1/_2$ Korb Kalk = 75 kg und gab dann zwei Körbe Cokes = 65 kg als reguläre Gicht. Vier solche Gichten à 65 kg Cokes, 1250 kg Eisen und 50 kg Kalk constituirten das Material einer Charge der Converter und werden in circa $^3/_4$—1 Stunde durchgesetzt. Die etwaigen Pausen im Cupolofenbetrieb erforderten jedesmal 5 bis 6 Körbe Cokes, um den Ofen hinlänglich warm zu erhalten.

Rechnet man die Resultate einer Charge aus, so ergeben sich

Anwärmen	12	Körbe	Cokes	= 390 kg
Nachfüllen	5—6	„	„	= 175 „
3 Gichten	à 2	„	„	= 185 „

zusammen also 760 kg Brennstoff auf

4 Eisengichten	à 1250 kg	= 5000 kg und
4 Kalksteingichten	à 75 „	= 300 „

Es erforderten also 100 kg Durchsatz (einschliesslich Anwärmen)
15,20 kg Cokes
6,00 „ Kalkstein
und ergaben circa 91—92 Proc. brauchbares Eisen.

Ueberlegt man, dass ein Ofen 30 Chargen aushielt und so lange allein in Thätigkeit war, bis er untauglich und reparaturbedürftig wurde, so vertheilten sich die Anwärme-Cokes auf 30 Chargen. Jede Charge hatte dann nur noch 13 kg Cokes für diese Function zu tragen, so dass sich von diesem Gesichtspunkte der Cokesverbrauch auf

13 kg für Anwärmen,
175 „ „ Nachfüllen resp. Pausiren,
195 „ „ das eigentliche Schmelzen,

zusammen also auf 383 kg stellt und 100 kg Durchsatz, demnach **nur** 3,533 kg Cokes erfordern.

Diese günstigen Ziffern sind aber nicht eine Folge der **Ireland'schen** Construction allein, sondern treten bei jedem Ofen ein, welcher längere Campagnen mit grosser Leistung macht, wie aus Mittheilungen über Betriebe ähnlicher Oefen hervorgehen dürfte. (S. weiter unten.)

Das vielfach angefochtene oder ignorirte Verdienst **Ireland's** besteht hauptsächlich darin, zuerst gezeigt zu haben, dass die alte Methode des Füllens und Anblasens eine unsinnige Cokesverschwendung war, dass das Roheisenschmelzen sich mit viel kürzeren Durchsetzzeiten einleiten liesse und dass schon mit blossem Luftzuge durch die Formen sehr hohe Temperaturen zu erreichen seien.

Zur Verstärkung des Gesagten und zur dauernden Rechtfertigung des bescheidenen Ingenieurs stehen hier die Vorschriften, die er selbst hinsichtlich der Bedienung seiner Oefen gegeben hat.[1])

(Siehe **Mallet** in Practical Mechanics Journal, III. Serie, Band II, S. 229 und dieses Werk daselbst und zweite Ausgabe, Band II, S. 85 ff.)

Der kleinere Ofen Nr. 1 muss zunächst bis in die Hälfte der Rast mit Cokes angefüllt und darauf drei Hände voll Kalkstein gegeben werden; darauf setzt man die Eisengicht in der Art, dass man die Barrenstücke radial legt, so dass die Enden auf die Formen zu liegen. Den Rest des Querschnitts füllt man mit Brucheisen aus und deckt wieder Cokes darüber. Das Quantum Roheisen in einer Gicht richtet sich nach der Grösse des Totaleinsatzes. Will man einen Guss von 20 Ctr. ausführen, so setzt man zwei Gichten von je 7 Ctr. Ganzeisen und 3 Ctr. Bruch und dazwischen vier ziemlich gefüllte Kohlenschwingen mit Cokes.

Bei Abstichen von 30—40 Ctr. theilt man die Charge in drei Gichten ein, setzt aber noch etwas Flusskalk auf die zwischenliegenden Cokesgichten, um eine reinere Arbeit zu haben.

Der mittlere Ofen Nr. 2 wird in der Regel zu Schmelzen von über 80 Ctr. benutzt und man füllt denselben bis circa 6 Zoll über die untere Rastlinie mit Cokes. Darauf setzt man eine Eisengicht von 15 Ctr. (10 Ctr. Gänze und 5 Ctr. Brucheisen) und darüber $1^1/_2$ Ctr. Cokes. Die zweite Gicht wird in denselben Verhältnissen aufgegeben, die dritte besteht dagegen aus 22 Ctr. Roheisen, die vierte aus 24 Ctr. und die fünfte aus 25 Ctr.; es ist indess empfehlenswerth, bei einem durchschnittlichen Satz von 20 Ctr. Roheisen auf $1^1/_2$ Ctr. Cokes stehen zu bleiben. Die Disposition der Gichten muss dieselbe sein, wie bei den kleinen Oefen, und der Kalkzusatz ist ebenfalls nicht zu vergessen. Man verstärkt denselben auf vier Hände voll für eine Gicht und trägt Sorge, dass der Schlackenstich sich circa 3 Zoll unter dem Rande der unteren Form befindet.

Die grossen Oefen nach Nr. 3 dienen dazu, Güsse bis zu 12 Tons, also 240 Ctr. zu machen, und man verfährt in solchem Fall bei der Besetzung des Ofens nach **Ireland's** Vorschriften in folgender Weise:

Der Ofen wird bis auf 8 Zoll über dem unteren Rastrande gefüllt, darauf eine halbe Schwinge Kalk gegeben und dann die erste Gicht von 20 Ctr. Roheisen gesetzt. Dann wird mit Cokesgichten von $1^1/_2$ Ctr. und Roheisensätzen von 25 Ctr. abgewechselt, bis der Ofen voll ist oder das verlangte Quantum Eisen in demselben sich befindet. Auch hier ist ein angemessener Kalkzusatz nicht zu vergessen und demnächst darauf zu achten, dass man zu den untersten Gichten frisch geschlagenes und möglichst rein gehaltenes Eisen nimmt und das unrein gewordene, sowie die verrosteten Stücke zu den späteren Gichten verwerthet, welche den Ofen in voller Hitze passiren. Werden die Formen dunkel, so stösst man die Ansätze an den Seiten der Mündung los und

1) Die Maassgewichtsbezeichnungen sind gelassen worden; es sind englische.

legt auch ein Stück Kohle in die Mündungen bei etwas nachgelassenem Winde, wonach sie schnell wieder hell werden.

Die Geeignetheit des Irelandofens zu raschem Schmelzen, folglich auch zu Massenschmelzungen für schwere Stücke geht bereits aus dem gleichfalls von Mallet beschriebenen Guss einer Dampfhammerchabotte von 205 Tons Gewicht hervor, der auf den Werken der Bolton Iron und Steel Co. unter der Leitung von J. Ireland 1866 ausgeführt wurde.

Der Guss geschah aus zwei Oefen von der Band I, S. 532—533 beschriebenen, Taf. VII wiedergegebenen Construction, deren Mängel an gedachter Stelle bereits kritisirt worden sind.

Bei dem Guss wurde das Bessemergebläse des Werks angewendet, aber nur mit 335 mm Pressung (Wasser) geblasen. Ireland stellte bei dieser Gelegenheit fest, dass dieses das Maximum an Pressung wäre, bei welcher dieser Ofen betrieben werden könne; sobald man dieselbe noch steigerte, fand der Niedergang der Gichten so rasch statt, dass die Aufgebemannschaften nicht im Stande waren, mit dem regelrechten Aufgeben der Gichten nachzukommen.

Die Beschickung bestand im Ganzen aus 220 Tons Metall, worunter 8 Tons Bessemerstahl in kleinen Luppen oder Brocken, welche bestimmt waren, die Festigkeit des Gusseisens zu steigern.

Die Aufgabe geschah bei den ersten 50 Gichten im Verhältniss von 150 kg Stahl auf $2^1/_2$ Tons Ganzroheisen und Brucheisen. Die Cokes waren vollkommen trocken und in bester Qualität von Durham bezogen.

Die Zeit zwischen dem Anlassen des Windes und dem Guss selbst, d. h. dem Füllen der Form, war $10^3/_4$ Stunden bezw. 10 Stunden allein für das Schmelzen. Darin eingeschlossen waren im Ganzen 2 Stunden Pause für die Ofenarbeiter, während welcher der Wind abgestellt war. Die wirkliche Schmelzzeit betrug mithin $8^3/_4$ Stunden bezw. 8 Stunden, woraus sich für beide Oefen unter der Voraussetzung gleichmässiger Arbeit eine Leistung von 12—$13^1/_2$ Tons Mittelwerth pro Stunde ausrechnet. [1])

Der Cokesverbrauch betrug pro Tonne Einsatz ungefähr 67,5 kg, die Füllung der Oefen mit eingeschlossen.

Daraus berechnet sich ein stündlicher Consum von 7,5 kg pro Stunde, so dass überhaupt circa 15 Tons = 150 kg Materialien, den Kalkstein eingeschlossen, in diesem Zeitabschnitt aufgegeben worden sind. [2])

1) Aus späteren mitzutheilenden Beispielen geht hervor, dass die neueren Flusseisenwerke diese damals angestaunte Leistung weit überschreiten.

2) In dieser Leistung erblickte seinerzeit Mallet das werthvollste Zeugniss für die Brauchbarkeit des Ireland'schen Princips und fügte hinzu, dass diese Vortheile durch die grosse Höhe des Ofenschachtes noch vergrössert würden; der Ofen könne als Regenerativ-Cupolofen betrachtet werden, da die Abhitze der Schmelzzone von den über derselben im Schacht befindlichen Materialien vollständig absorbirt würde und dadurch der Wirkungsfähigkeit jener Zone indirect wieder zugute käme. Bei heissem Winde und noch grösserer Höhe würden die Vortheile allerdings sich noch mehr steigern und es wäre vorauszusehen, dass man Cupolöfen erbauen werde, in denen das Schmelzmaterial $^1/_{20}$ seines Gewichts an Brennstoff absorbirt, um vollkommen zu schmelzen.

Der Krigarofen ist nach dem Irelandofen derjenige Schmelzapparat, welcher am Meisten zu Umgestaltungen des älteren Cupolofenbetriebes beigetragen hat, wie schon aus den Ausführungen des Bandes I, S. 542, hervorgeht.

Die daselbst Fig. 39 abgebildete Form des Apparates, seinerzeit auf der Königin Marienhütte an Stelle älterer glatter Oefen eingeführt, gab zu einer Reihe von Versuchen Veranlassung, die namentlich auch den Zweck hatten, die Cokes des dortigen Reviers durch aus Westfalen bezogene, allerdings mit erheblichen Transportkosten belastete schwere Cokes erster Beschaffenheit zu ersetzen.

Der Betrieb dieses älteren Krigar'schen Ofens verlief in nachstehender Weise: Der Vorherd *V* wurde zunächst mit $^1/_2$ Korb Holzkohlen gefüllt und vorsichtig angewärmt, worauf circa 5 Stunden vor dem Anblasen 16 Körbe Zwickauer Cokes in den Ofen kamen und langsam entzündet wurden. Die zwei ersten Gichten hatten je 8 Ctr. Gewicht, worauf zu 10 Ctr. übergegangen und schliesslich 11 Ctr. (meist die letzten vier Gichten) gesetzt werden. Zu Anfang blies man gern durch den Abstich des Sammelkastens, bis sich in dem aus dem Schacht nach dem Sammelkasten führenden Fuchse die ersten Eisentropfen zeigten; dann schloss man den Stich mit einem Lehmpropfen und blies nunmehr durch die Windeinlässe, zuerst schwach, dann stärker.

Die Resultate des Krigar'schen Ofens auf der Königin Marienhütte, verglichen mit denen des alten Cupolofens Nr. 1 daselbst ergaben 1869 die folgenden sehr interessanten Gegensätze, wobei die Erfahrungen mit Zwickauer Cokes, sowie die mit Westfälischen Cokes (Appolt'sche Oefen von Stutz & Isert in Marten bei Dortmund) gemachten getrennt auftreten.[1])

Der alte Ofen (frühere Nr. 1) ergab zunächst nachstehende Resultate:

	Mit Zwickauer Cokes			Mit Appolt-Cokes		
	kg	Zahl der Gichten	Zahl der Arbeitstage	kg	Zahl der Gichten	Zahl der Arbeitstage
Eingeschmolzen sind:						
An Roheisen	32 700	109	6	470 400	1 344	80
An Brucheisen	21 800			336 000		
Im Ganzen . .	54 500			806 400		
Gewonnene Producte:						
Gusswaaren	44 000			628 000		
Bruch und Eingüsse . .	9 000			140 000		
Im Ganzen . .	53 000			768 000		

1) Für die Mittheilung dieser genauen Angaben, die den Krigar'schen Ofen betreffen, bleibt Verfasser dem Entgegenkommen der früher Freiherrlich v. Arnim'schen Verwaltung auf Königin Marienhütte und der besonderen Gefälligkeit seines Freundes, des dortigen Giessereivorstehers Herrn Cramer, zu grösstem Danke verpflichtet.

	Mit Zwickauer Cokes			Mit Appolt-Cokes		
	kg	Zahl der Gichten	Zahl der Arbeitstage	kg	Zahl der Gichten	Zahl der Arbeitstage
Cokesverbrauch:						
Zum Anwärmen . . .	4 800			6 720		
Zum Schmelzen . . .	8 720			77 280		
Im Ganzen . .	13 520			84 000		
Cokesverbrauch pro 100 kg Durchsetzquantum	**24,8**			**14,1**		

Hiernach war die Ersparniss infolge des Ersatzes des Zwickauer Cokes durch westfälische Appolt-Cokes auf $\frac{1070}{24,8}$ oder über 43 pro Mille zu veranschlagen.

Der Krigarofen ergab mit beiden Kohlensorten das Folgende:

	Mit Zwickauer Cokes			Mit Appolt-Cokes		
	kg	Zahl der Gichten	Zahl der Arbeitstage	kg	Zahl der Gichten	Zahl der Arbeitstage
Eingeschmolzen sind:						
An Roheisen	119 700	399	20	943 000	3 772	182
An Brucheisen	79 800			943 000		
Im Ganzen . .	199 500			1 886 000		
Gewonnene Producte:						
Gusswaaren	157 000			1 432 450		
Bruch und Eingüsse . .	35 000			364 050		
Im Ganzen . .	192 000			1 796 500		
Cokesverbrauch:						
Zum Anwärmen . . .	10 000			63 700		
Zum Schmelzen . . .	21 347,5			132 000		
Im Ganzen . .	31 347,5			195 700		
Cokesverbrauch pro 100 kg Durchsetzquantum	15,7			**10,4**		

Die Ersparniss erscheint hier nicht so bedeutend, weil der Ofen an sich viel besser war, dagegen erscheint sie beträchtlich, wenn man die beiden Oefen aufeinander bezieht.

Der Krigarofen ersparte bei Zwickauer Cokes über 36 pro Mille, bei Westfälischen Cokes über 29 pro Mille gegen den alten Ofen.

Die vorstehenden Resultate waren ausserordentlich günstig und würden es vielleicht noch mehr gewesen sein, wenn auch zum Wärmen Westfälische Cokes genommen worden wären.

In Berlin, wo damals der Krigar'sche Ofen bereits über ein Jahr arbeitete, hatte man keinen geringeren Cokesverbrauch, als den zu Königin Marienhütte berechneten, ermittelt. Man setzte, nachdem man den etwa 3,5 m hohen Ofenschacht zu einem Drittel ungefähr angefüllt, Cokesschichten von 22,5 kg oder Doppelgichten von 45 kg, je nachdem man den 2000 kg fassenden Ofen der Giesserei oder den 5000 kg enthaltenden betrieb.

Die Eisengichten stiegen allmälig bis auf 500—750 kg, je nach der Ofengrösse; der Brennstoffaufwand betrug einschliesslich der Füllcokes 10—12 kg. Die Erhitzung des Eisens erschien sehr bedeutend und für die Qualität des schottischen Eisens fast zu gross, so dass man genöthigt war, das frisch Abgestochene stets etwas abkühlen zu lassen, ehe man es vergiessen konnte.

Der Krigar'sche Ofen empfahl sich deshalb ganz besonders für alle Eisensorten, deren Zähigkeit eine hohe Schmelz- und Gusstemperatur beanspruchte, und hat, beispielsweise in Ilsenburg, das dortige so ausserordentlich empfindliche Roheisen in vollkommen zufriedenstellender Weise geschmolzen.

Auch da hat er in der ersten Campagne bereits eine Ersparniss von über 13 Proc. gezeigt, die sicher nach einiger Zeit auf das Doppelte gewachsen ist, nachdem Alles vollkommen getrocknet und durchgeheizt worden war.

Die älteren Resultate, die Krigar selbst in Hannover, ferner die, welche Whitley in London u. A. erzielt haben, sind bereits im Band I, S. 542 u. ff. erwähnt und folgen hier einige neuere.

Auf einer mittelrheinischen Giesserei fabricirte man 1870/71 meistens Platten und Poterie; hierzu bediente man sich zweier kleiner Cupolöfen nach dem Krigar'schen System, die ganz Vorzügliches leisteten. Der Ofenquerschnitt war viereckig, oben 707 auf 865 mm, unten 707 auf 550 mm gross; die Ofenhöhe betrug 3,139 m von der Gicht zur Herdsohle.

Der Cokesverbrauch pro 100 kg fertigen Guss, Poterie und Platten betrug circa 20 kg, also etwas mehr als vorher von anderen Werken mitgetheilt, da das Eisen ungemein hitzig sein musste, der Betrieb auch ein continuirlicher, als nicht sehr scharfer war und infolgedessen mehr Kohlen absorbirte als ein rascher schmelzender Gang.

Als Material benutzte man Kupferdreh-Roheisen und Roheisen von Saynerhütte, welches letztere sowohl durch vorzügliche Festigkeit sich auszeichnete, aber auch einen sehr hohen Schmelzpunkt besass.

Man setzte pro Gicht 15 kg Cokes und 200 kg Roheisen und hatte hierbei 5,8 Proc. Abbrand.

Aehnliche Verhältnisse waren bei den Oefen eines Werkes in Kaiserslautern zu notiren, wo ebenfalls Poterie und Platten angefertigt wurden und die erstere sogar getempert und als Patentgeschirr verkauft werden sollte. Auch hier war der höhere Schmelzpunkt des Materials Veranlassung, dass der Krigar'sche Ofen nicht so günstig arbeitete als anderwärts, wiewohl er gegen andere Oefen stets ersparte.

Zum gewöhnlichen Guss verarbeitete man daselbst Gartsherrie und Kinneil, sowie Clarence; für den getemperten Guss wurde da-

gegen das Holzkohlenroheisen von Trippstadt u. s. w. zugesetzt, um eine grössere Dichtigkeit herzustellen.

Neuere und neueste Betriebsresultate von Krigaröfen der Grösse Nr. 3 des Preisverzeichnisses der Firma Krigar & Ihssen sind dem Verfasser Seitens der Letzteren wie folgt mitgetheilt worden. Ein Ofen Nr. 3, im Jahre 1884 bezogen, liefert bei forcirtem Betrieb thatsächlich bis 3000 kg pro Stunde, obschon er nur für 2500 kg construirt war. Die Windpressung beträgt dabei 500—600 mm Wassersäule oder rund 47 mm Quecksilber Für ein Schmelzquantum von 7500 kg Eisen im Ganzen werden 400 kg Anheizcokes aufgewendet und jede Gicht besteht im Mittel aus 400 kg Eisen, $6^1/_2$ Proc. oder 28 kg Cokes und 3 Proc. oder 12 kg Kalkstein und Flussspath.

Das Gusseisen erweist sich vom ersten bis letzten Abstich äusserst hitzig und dünnflüssig und ist zur Herstellung feinster Gusswaaren durchaus geeignet.

Der Abbrand soll sich auf nur 3 Proc. stellen und der Gesammtbrennstoffverbrauch auf 10 Proc., wenn die zurückgenommenen Ausziehcokes mit rund 135 kg von den Füll- oder Anheizcokes in Abzug gebracht werden.

Ein anderer Ofen, Nr. 4, nach neuerer Construction (wie Fig. 40, Band I, S. 545), ebenfalls für eine stündliche Schmelzung von 2500 kg bestimmt, ergab ähnliche oder gleiche Resultate.

Die Schmelzfähigkeit variirte zwischen 2500 und 3000 kg pro Stunde bei Windpressungen von 600—700 mm, im Mittel gewöhnlich 650 mm Wassersäule. Bei einer täglichen Schmelzung von 6000 kg werden etwa 250 kg Füllcokes und auf jede Gicht von 500 kg 6 Proc. oder 30 kg Schmelzcokes und 3 Proc. oder 15 kg Kalkstein gesetzt. Das Eisen ist ebenfalls hitzig genug, um damit dünne verzierte Ofenplatten giessen zu können.

An Ausziehcokes werden durchschnittlich ein Drittel der aufgegebenen Füllcokes, also 83,3 kg zurückgenommen, so dass der Gesammtaufwand an Cokes sich auf 250 weniger 83,3 oder 166,7 kg Füllcokes und 360 kg Schmelzcokes, zusammen 526,7 kg Cokes überhaupt beziffert, mithin 8,47 Proc. des Durchsatzes.

Eine für Italien, Oesterreich-Ungarn und die Vereinigten Staaten von Amerika patentirte Neuerung beziehungsweise Verbesserung des Krigarofens umfasst: 1) eine besondere Formveränderung des Ofenschachtes und 2) eine für diese Oefen verbesserte Construction und Anordnung der Windzuleitung.

Die erstangeführte Neuerung besteht darin, dass der Schacht des Ofens bis zur Rast kreisförmig construirt und diese Kreisform unterhalb der Rast, im Düsenniveau in der eigentlichen Schmelzzone, in elliptische Form übergeführt ist, während weiter unten bis zur Ofensohle wiederum ein Uebergang in die kreisrunde Querschnittsgestalt eintritt.

Versuche mit dem so construirten Ofen haben den erwarteten Erfolg gehabt, nämlich vollständig gleichmässige Temperatur im Raume der Schmelzzone, besonders bei grossen mit geringer Windpressung betriebenen Oefen, ferner vollständige Verbrennung und Ausnutzung der Cokes.

Die Neuerungen beziehungsweise Verbesserungen in der besonderen Form und Anordnung der für Cupolöfen angewandten ring- und schlitzförmig construirten, in verschiedenen Niveaus einander gegenüberliegenden Düsen bewirken eine Verlegung des Brennpunktes oder der Zone stärkster Hitze nach unten hin, vielleicht bis in die Nähe der Ofensohle. Ausserdem aber liegen die Düsen mehr zurück und gewissermaassen hinter dem Rastfutter, und der Windstrahl dürfte deshalb kaum das schmelzende Eisen direct treffen, sondern die Schmelzcokes, welche nach der Ansicht der Erfinder an dieser Stelle, durch die herabkommenden Eisengichten bei Seite gedrückt, sich ausbreiten und vor die Formmündung gelangen, während das Metall in der Mitte heruntergeht und schmilzt, ohne dem Wind zu stark ausgesetzt zu sein.

Die Erfinder glauben, dass eine Entkohlung des Eisens beim Umschmelzen desselben in so veränderten Oefen nicht eintreten wird.

Hierzu kann bemerkt werden, dass die Veränderung des Eisens jedenfalls geringer sein dürfte, als früher; doch bilden Analysen des Satzes und des Productes wohl das einzige vollgültige Beweismittel.

Ein ohne Weiteres erklärbarer Vortheil der neuen Düsenordnung (die übrigens sich nur unerheblich von der früheren, Band I, S. 545, Fig. 40, veranschaulichten unterscheidet) ist der, dass sie während des Ofenbetriebes stets offen und klar sind und nicht gereinigt zu werden brauchen, daher auch mit ihrem ganzen Querschnitt wirken. Aus den gleichen Gründen, die der Lage entspringen, ist auch jede Abnutzung ausgeschlossen. Die vorher erwähnte Ausbreitung der Cokesgichten bei ihrem Eintritte in das Niveau der Windeinlässe wird noch erheblich begünstigt durch die an erster Stelle hervorgehobene veränderte Schachtquerschnittsconstruction, da unter den Düsen der elliptische Querschnitt in den runden bedeutend grösseren übergeht.

Ueber den Betrieb dies Cupolofens von Hamélius, welcher, wie bereits Band I, S. 555 erwähnt, ein Vorgänger des Greiner & Erpf'schen Ofens war, macht Hitzelberger in Paris an den Erfinder Ed. Hamélius nachstehende Mittheilungen:

Ein umgebauter Cupolofen ergab in zwei Schmelzen die folgenden günstigen Resultate, wobei zu bemerken ist, dass, da die erste Eisengicht stets auf die Füllcokes gesetzt wird, die Zahl der Cokesgichten um eins geringer ist als die Zahl der Eisengichten.

	Erstes Schmelzen	Zweites Schmelzen
Eisengicht	400 kg	400 kg
Anzahl der Eisengichten	7	7½
Gesammtdurchsatz	2800 kg	3000 kg
Cokesgicht	16 „	16 „
Anzahl der Cokesgichten	6	6½
Gesammtschmelzcokes	96 kg	104 kg
Füllcokes	230 „	230 „
Gesammtverbrauch an Cokes	326 kg	334 kg
Eisenquantum pro Stunde	2000 „	2000 „
Cokesverbrauch ohne Füllcokes . . .	3,46 ‰	3,46 ‰
Cokesverbrauch einschliesslich Füllung	11,65 „	11,13 „

Diese Beispiele zeigen so recht den Einfluss der Füllcokes bei kurzen Campagnen (hier kaum $1^1/_2$ Stunden).

Zusätzliche Bemerkungen von Hamélius berichten noch über Erfahrungen mit der ersten Einrichtung seiner Oefen.

Er bemerkte, dass bei zweireihigen Formen die Gase der Füllcokes sehr kohlenoxydreich waren, da in der Regel ja die obere Düsenreihe geschlossen bleibt (vergl. die Praxis der Irelandöfen S. 43 u. ff.). Dieses Kohlenoxyd gleich zu Anfang zu verbrennen, richtete Hamélius eben eine dritte Düsenreihe ein, die von Anfang an betrieben wurde und das Kohlenoxyd verbrennen sollte. Dies geschah auch, aber es entstand Oberfeuer, beginnendes Roheisenschmelzen und später, als die zweite Düsenreihe in Gang kam, Kühlerwerden und Verdicken des Eisens, welches sich an die Ofenwände setzte. Diesem Uebelstand zu begegnen, disponirte Hamélius die obersten Düsen nicht mehr in eine Ebene, sondern vertheilte sie auf einen grossen Schachttheil, d. h. nach einer Schrägebene oder in einer Schraubenlinie, wie es der Greiner & Erpf-ofen zeigt.[1])

Der Erfolg der Gasverbrennung trat ein und der Aufwand an Schmelzcokes ging auf 4—5 Proc. herunter.

(Nach dem Compte rendu de la société des ingénieurs civils 1887.

Ueber den Betrieb eines mit Generator arbeitenden Ofens desselben Erfinders ist dem Verfasser Nichts bekannt geworden. Die Gase des geblasenen Generators brachen nach unten durch einen rostartigen Boden in den Sammelraum ein, strichen seitlich durch einen Fuchs nach dem Schmelzschacht, erhielten hier durch zwei Düsen in der Decke den erforderlichen Luftüberschuss und im Schacht nochmals eine Luftzuführung in spiralförmig angeordneten Düsen.

Ueber den Betrieb des gewöhnlichen Cupolofens von Hamélius wird dagegen von einer grossen süddeutschen Giesserei Nachstehendes berichtet.

Im ersten Halbjahr 1892 wurden zusammen 1 828 250 kg Eisen durchgesetzt, in $3656^1/_2$ Gichten zu 500 kg. Die Zahl der Schmelzungen betrug 148 mit zusammen 513 Stunden 50 Minuten, woraus sich mithin ein rechnungsmässiger Tagesdurchschnitt von 25 Gichten oder 25 000 kg in $3^1/_2$ Stunden ergiebt.

An Füllcokes wurden im Ganzen 51 800 kg Cokes,
an Schmelzcokes 162 515 „ verbraucht,
im Ganzen sonach 214 315 kg oder
11,7 kg pro 100 kg Eisendurchsatz.

Die Windpressung betrug 360—380 mm Wassersäule oder im Mittel 20 mm Quecksilber.

1) In einem, Anfang 1886 versandten Circular, betreffend den Greiner & Erpf'schen Ofen, wird dieser Form der Hamélius'schen Windführung nicht gedacht, der Haméliusofen vielmehr als Ofen mit nur zwei Düsenreihen hingestellt, worüber vielleicht Aufklärung erwünscht wäre.

Die Production, welche alle Klassen von Gusswaaren umfasste, betrug

im Ganzen	1 251 370	kg	Gusswaaren,
	327 710	„	Eingüsse und Läufe,
	27 648	„	Ausschuss,
	28 850	„	Schmiedeeisenmasseln,
zusammen	1 635 578	kg	Haupt- und Nebenproducte,
so dass an Abbrand und Verlust zu rechnen ist	192 672	oder	10,53 Proc. des Einsatzes,
im Ganzen Einsatz	1 828 250	kg	(wie umstehend).

Zu dieser Abbrandziffer ist nur zu bemerken, dass dieselbe wohl zur Hälfte, wenn nicht mehr, auf mechanische Verluste zurückzuführen ist, welche im vielgestaltigen Betrieb einer so grossen Giesserei nicht vermieden werden können und dass im Allgemeinen niedrigere Ziffern keine grosse Wahrscheinlichkeit haben.

Bezüglich der Inbetriebsetzung wird mitgetheilt, dass zwei Stunden vorher die Anwärmung mit 350 kg Füllcokes beginnt, welche bis über die oberen Düsen reichen.

Etwa 30 Minuten vor dem Anblasen wird eine Gicht Eisen aufgegeben, dann erst eine blinde Cokesgicht und darauf wieder eine Eisengicht gesetzt. Nach dem Einsetzen des Gebläses beschickt man regelmässig weiter, nur im Fall schwerer oder langdauernder Schmelzungen werden zwischendurch blinde Cokesgichten für sich gesetzt.

Die oberen Düsen bleiben bis nach dem ersten Abstich geschlossen, welcher bereits 12—15 Minuten nach dem Anblasen erfolgt; man schliesst dieselben ebenfalls vor dem Passiren der letzten Gichten, nach deren Durchgang auch das Gebläse aussetzt.

Als erste Sätze werden der Regel nach Gichten für schwere Gussstücke gesetzt, dann Hartguss, Roststäbe, Platten für Bauguss u. s. w.

Die Abmessungen der Oefen sind 3 m Höhe, 800 mm Durchmesser, welche gestatten, 1500—2000 kg Eisen gesammelt zu halten.

Ueber die Cupolöfen von Greiner & Erpf (vergl. Band I, S. 556) in einer grösseren Maschinenfabrik und Giesserei Sachsens wird Nachstehendes mitgetheilt.

Es sind deren zwei grosse und zwei kleinere vorhanden. Jene haben 5,500 m Höhe vom Boden bis zur Gicht bei 1,000 m Weite des cylindrischen Schachtes. Der Wind tritt durch zwei je 250 mm weite Düsen in 900 m Höhe über dem Boden ein, dann sind noch 18 Düsen in der bekannten Anordnung und je 25 mm weit vorhanden, von denen aber nur 9 functioniren, 9 andere aber geschlossen sind. Da Gründe hierfür nicht angegeben sind, ist anzunehmen, dass vielleicht Oberfeuererscheinungen sich gezeigt haben, wie auch anderwärts. Leider sind Gasuntersuchungen nicht vorgenommen worden, welche zur Aufklärung hätten beitragen können.

Das Eisen wird auf dem gedachten Werk in einer gewissen Reihenfolge gesetzt: Cylindereisen (für Locomotivcylinder und andere Dampfcylinder verschieden), dann gutes Eisen für Gussstücke, welche grosse Spannungen haben, und für Theile, die besonders weich sein müssen, endlich gewöhnlicher Maschinenguss. Die Gicht beträgt 400 kg, wie auch bei zwei alten Oefen, die seit 32 Jahren in Gebrauch sind und mit nur

zwei Düsen von 150 mm Weite arbeiten, bei 1,100 m Durchmesser und 3,3 m Höhe.

Die kleineren Oefen desselben Systems gehen in den Abmessungen bis auf 800 mm Durchmesser bei 4,1 m Höhe herab. Die grossen Düsen liegen beim kleinsten etwa 800 mm über dem Boden und haben 180 mm Weite, die kleinen sind in bekannter Weise vertheilt, werden aber auch nicht alle gebraucht.

Die Gichten betragen je 250 kg einer Qualität, und zwar Spinnmaschinenguss, also kleiner Guss, der sich aus nachstehendem Material zusammensetzt:

100 kg Buderus 1 A. (Cowpereisen),
100 „ guten Bruch und Eingüsse,
50 „ Zusatzeisen Nr. 3 (augenblicklich Mathildenhütte b/Harzburg).

Die grossen Oefen schmelzen 6000 kg, die kleinen 4000—5000 kg pro Stunde bei 55—65 cbm Wasserdruck, der ganz constant bleibt.

An Füllcokes werden durchschnittlich 300 kg alte, schon im Ofen gewesene Cokes und 200—300 kg neue Cokes gegeben, wobei zu unterst eine Schicht von etwa 100 kg Zwickauer Gascokes kommt, um das Anstecken zu erleichtern.

Auf die Füllcokes wird gewöhnlich ein doppelter Satz gegeben oder sehr grosse Stücke Brucheisen.

Der Verbrauch an Schmelzcokes (ohne die Füllcokes) beträgt bei den Greiner & Erpf'schen Oefen 8—9 Proc., während die alten Oefen bei allerdings nur 4000 kg Durchsetzquantum pro Stunde 12—14 Proc. verbrauchen. [1])

Das Eisen muss sehr flüssig sein, sonst würde der Cokesverbrauch sich geringer stellen. (Vergl. noch Band I, S. 556.)

Kalkstein wird nur wenig gegeben, etwa 1—1,5 Proc. des Durchsetzquantums.

Da die Oefen sämmtlich mit den ausgezeichneten, Band I, S. 511 beschriebenen Arkosegesteinen ausgemauert sind und mit einem Sande derselben Formation ausgebessert zu werden pflegen, so halten die Futter zwischen zwei Ausmauerungen 4—6 Jahre, die alten Oefen mit nur zwei Düsen besser als die Greiner & Erpf'schen Oefen. Zur besseren Erhaltung lässt man den Ofen nie ganz ausschmelzen, sondern hält stets ungefähr 500 kg ungeschmolzenes Eisen darin.

Den Betrieb des Ibrügger'schen Ofens (vergl. Band I, S. 558) haben besonders die wiederholten Berichte des Geh. Bergraths Jüngst zu Gleiwitz zum Gegenstand.

Vorher machte Reiser zu Achthal auf der XVI. Generalversammlung des Vereins der Eisengiessereien (vergl. Eisenztg. 1882, Nr. 26) Mittheilungen über den Betrieb des Ofens, aus welchem etwa Folgendes hervorgeht.

1) Die Gase dieser Oefen werden unter einem Dampfkessel ausgenutzt, der während der Schmelzdauer nur ein paar Schaufeln Kohle zugegeben erhält. Ueber die Beschaffenheit der Gase aus den Greiner & Erpföfen wurde leider keine nähere Mittheilung gemacht.

Der Ofen arbeitet mit viel Wind, welcher mit 65 cm Wassersäule Druck eintritt, während die Düsen etwa ein Fünftel des Ofenquerschnittes besitzen.

Bei einer mittleren Ofengrösse von 70 cm innerer Schachtweite füllt man mit 300 kg Cokes, auf welche 900 kg Roheisen gesetzt werden, denen Gichten von 15 kg Cokes und 300 kg Eisen folgen, während die Zusätze als Schrott u. s. w. bekanntlich nicht aufgegeben, sondern in dem Seitenraum des unter dem Schachtboden befindlichen Eisenkastens eingeladen sich finden. Ohne Anrechnung des Füllcokes ergeben die obigen Zahlen nur 5 Proc. Cokesverbrauch; an einer anderen Stelle wird von 6 gesprochen.

Nimmt man einen dreistündigen Betrieb und ein Durchsetzquantum von je 3 t, also im Ganzen 9000 kg Roheisen, so sind dies 30 Gichten, und die Schmelzcokesmenge betrüge alsdann 30 × 15 oder 450 kg, der gesammte Cokesaufwand, ohne Anrechnung der zurückgenommenen Cokes beim Ausblasen, 750 kg Cokes, d. h. über 8,3 Proc., eine Ziffer, die wahrscheinlicher klingt als 6 oder gar 5 Proc.!

Gelegentlich der ersten Schmelzversuche von Jüngst wurden etwas andere Zahlen aufgestellt.

Der Ofen wurde mit 200 kg oberschlesischen Cokes gefüllt, darauf Gichten von 300 kg Eisen, 25 kg niederschlesische Cokes und 20 kg Kalk gesetzt. Es stehen sich mithin 300 kg Eisen und 25 kg Cokes gegenüber, was 8,3 Proc. giebt, ohne Einschluss der Füllcokes. Bei dreistündigem Betrieb und 4 t Durchsetzquantum erhält man 40 Gichten mit zusammen 1000 kg Cokes, also im Ganzen 1200 kg gegen 12000 kg Eisen, so dass 10 Proc. Cokesverbrauch herauskommen. Eigentlich müssten hierbei noch die metallischen Zusätze mit eingerechnet werden, doch sind hierüber, wie überhaupt über die Dauer der Schmelzen positivere Angaben nicht gemacht.

Bei den die Anwendung des Ferrosiliciums im Giessereibetriebe betreffenden Versuchen Jüngst's im Jahre 1888/90 wurde der Ibrüggerofen in etwas anderer Weise als für den gewöhnlichen Betrieb behandelt.

Zur Erzielung einer möglichst gleichen Temperatur wurde zunächst 1,5 Tonne Roheisen für gewöhnliche Betriebszwecke durchgeschmolzen, dann auf eine leere Gicht von 100 kg Cokes die zu untersuchende Beschickung in zwei bis drei Gichten von je 500 kg Roheisen, 45 kg Cokes und 5 kg Kalkstein gesetzt. Dies ergäbe einen Cokesaufwand von 9 Proc. ohne, von 17,5 proc. im Mittel mit Einschluss der leeren Gicht, aber ohne jede Hineinziehung der zur Ofenerhitzung verwendeten Füllcokes, welche nicht angegeben sich finden. Rechnet man wie oben 200 kg Füll- und 25 kg Durchsetzcokes, so ständen sich 1500 kg gewöhnliches Roheisen, 1500 kg Versuchseisen, im Ganzen 3000 kg Giessmaterial und 200 + 100 + 3 × 25 + 3 × 45 oder 510 kg Cokes gegenüber, was einen allerdings nur für diese kurzen Versuchsschmelzungen zu rechtfertigenden Brennstoffverbrauch von 17 Proc. ergiebt.

Es wäre zu wünschen, auch über den durchschnittlichen Betrieb weitere Mittheilungen betreffs der Haushaltsresultate zu erhalten.

Auch über den Zugofen von Herbertz sind neuere Angaben vorhanden, welche das in Band I, S. 565 u. ff. Gesagte vervollständigen.

Ausser den in früheren Publicationen der Firma, sowie in den Patentschriften hervorgehobenen allgemeinen Vortheilen haben sich an vielen Stellen nachstehende besondere Vorzüge dauernd ergeben. Es wurden in Köln selbst constatirt:

1) Ein Schmelzcokesverbrauch von nur 6 Proc. einschliesslich der Füllcokes, welche nur einmal geschüttet werden, und zwar bis zur Höhe von 700 mm über der ringförmigen Lufteinströmung.

Ein Theil der Cokes kann nach der Schmelzung wieder zurückgewonnen werden und findet am Besten bei der Darrkammerheizung Verwendung, wenn er nicht als Füllcokes zu brauchen ist.

2) Eine Abbrandersparniss von 2—5 Proc. gegenüber den geblasenen Cupolöfen.

3) Erzielung eines reinen, weichen und dichten Gusses aus den geringsten Roheisensorten.[1]

Den geringen Cokesverbrauch erklären die Erfinder durch die aus den Beckert'schen Untersuchungen hervorgehende Beschaffenheit der Gase, welche in zwei Versuchstagen

10,7—11,7	Volumprocente	Kohlensäure,
0,0— 3,4	„	Kohlenoxyd,
6,7— 8,2	„	Sauerstoff enthalten haben.

Die nachgewiesene Sauerstoffmenge entspricht einem Luftüberschuss von beziehungsweise 62,6 und 67,0 Proc.

Die hieraus hervorgehende bessere Ausnutzung des Wärmeeffects der Cokes erklärt schon zum Theil die günstigere Cokesziffer. Die Herabminderung des Kohlenoxydgehaltes wird von Vielen, welche Herbertzöfen betreiben, der Depression zugeschrieben, welche in jedem Saugcupolofen existirt und das Eindringen der Kohlensäure in die Poren der Cokes, welches bei den geblasenen Oefen unzweifelhaft eintreten kann, falls diese Poren leer sind, verhindert, den Contact und dadurch die Reduction der Kohlensäure überhaupt erschweren soll.

Umgekehrt treibt die höhere Pressung des geblasenen Ofens die Luft in die Cokesporen hinein, woselbst aller Orten eine Kohlenstoffverbrennung entstehen soll, welche selbstverständlich Kohlenoxyd liefert. Ist Kohlensäure der Luft bereits beigemischt, so wird dieselbe auch theilweise zu Kohlenoxyd reducirt.

Die grössere Leichtigkeit, bei dem Saugofen mit Luftüberschuss und deshalb ohne Kohlenoxydproduction zu arbeiten, ist von verschiedenen Beurtheilern der Form des Windzulasses, d. h. dem ringförmigen Windschlitz des Herbertzofens zugeschrieben worden. Man kann diesen Grund gelten lassen, obschon es an sich für den Luftüberschuss ganz gleich sein kann, ob man denselben mit schwachem Druck und grosser Oeffnung oder mit starkem Druck und geringerer Oeffnung in den Ofen transportirt.

Eine weitere Folge der Lufteinsaugung soll nach den Ansichten der Erfinder die sein, dass sich über dem ringförmigen Windschlitze eine nicht sehr hohe, aber intensiv heisse Zone, die Schmelzzone, bildet, in welcher das Metall sehr rasch zum Schmelzen gelangt und alsdann in

1) Angaben der Firma F. W. Herbertz u. A.

den Herd fällt, ohne dem oxydirenden Einfluss der Luft so lange ausgesetzt gewesen zu sein, als in geblasenen Oefen.

Auch der relativ grössere lichte Durchmesser der Herbertzöfen soll die Bildung breiter, aber niedriger Schmelzflächen begünstigen. Aus dieser geringeren Einwirkung der Verbrennungsluft leiten die Erfinder auch den geringeren Abbrand her, der den Ofen anderen Apparaten gegenüber vortheilhaft auszeichnen soll. Bei sorgfältigen Wägungen sind angeblich 1,5—2 Proc. ermittelt worden, Ziffern, welche allerdings jene Verluste ausschliessen, die durch Verzettelungen des Eisens beim Tragen und Giessen entstehen und als Abbrand nothwendig erscheinen müssen. Je kleiner und zahlreicher die Abgüsse sind, um so grösser werden die Eisenverluste erscheinen, so dass hier weniger die Ofenbauart, als die Betriebsqualität in Betracht käme. [1])

Als Jahresresultate eines Herbertz'schen Ofens von 1500 kg stündlicher Leistung, 750 mm lichter Schachtweite und 3500 mm Schachthöhe, welcher auf Grauguss schmilzt und in dem betreffenden Jahr im Ganzen 263mal mit zusammen 395 Stunden in Betrieb war, werden von authentischer Seite folgende Zahlen u. s. w. mitgetheilt.

Das durchgesetzte Eisenquantum betrug in der gedachten Zeit:

	307 500 kg	Luxemburger III und VI,
	145 600 „	Hämatit,
	247 730 „	Bruch,
zusammen	700 830 kg.	

Verbraucht wurden:

64 698 kg	Füllcokes, von denen	
31 520 „	zurückgewonnen waren, so dass	
33 178 kg	Verbrauch an Füllcokes blieben oder vom durchgesetzten Eisen.	**4,7** Proc.

Dazu treten

38 550 kg	Satzcokes oder vom durchgesetzten Eisen	**5,5** „
	im Ganzen also	**10,2** Proc. vom durchgesetzten Eisen.

Ausserdem wurden:

5 816 kg Kalk oder 15 Proc. des Satzcokes und 0,83 Proc. des Durchsatzes verbraucht.

Erzeugt wurden:

513 173 kg	Gusswaaren, meist Maschinenguss,	= 73,3	Proc. des Durchsatzes,
165 645 „	Eingüsse	= 23,7	„ „ „
9 723 „	Ausschuss	= 1,4	„ „ „
12 289 „	Abbrand	= 1,6	„ „ „
	im Ganzen	100,0	Proc. des Durchsatzes.

1) Aus früheren Erfahrungen glaubt der Verfasser hier bemerken zu dürfen, dass auch bei geblasenen Oefen der eigentliche Abbrand sehr gering ist und stets von dem sich hinzurechnenden mechanischen Verlust weit übertroffen wird, besonders wenn starke Einguss- und Bruchziffern vorhanden sind.

Die Tagesleistung stieg nach vorstehenden Angaben auf 1775 kg statt der ursprünglich angenommenen 1500 kg. Für die Haltbarkeit ist noch anzuführen, dass der im Vorjahr neu ausgemauerte Ofen während des ganzen hier erörterten Betriebjahres keinerlei Reparatur durchzumachen hatte und sich später in so gutem Zustande befand, dass voraussichtlich auch in dem folgenden Jahr eine neue Ausmauerung nicht nöthig sein dürfte.

Nach jeder Schmelzung wird der Ofen mit einer Mischung aus Eisenberger Klebsand und Cokesklein frisch ausgeschmiert und erleichtert der ausfahrbare Herd diese wie alle anderen Reparaturarbeiten ausserordentlich.

Die Angaben über Cupolofenbetriebe werden vervollständigt durch Betrachtung solcher Schmelzprocesse, welche in längeren Campagnen nicht unterbrochen werden und in grösster Intensität verlaufen. Es sind die Schmelzungen für die sauren und basischen Converterbetriebe auf Flussstahl- und Flusseisendarstellung (s. Bd. I, S. 187 u. ff.), welche hier hauptsächlich in Betracht kommen.

Diese Oefen zeichnen sich durch ungewöhnliche Dimensionen aus, haben 3—3,5 m Weite, 4—6 m Höhe über den Formen, deren Niveau etwa 2—3 m über der Ebene liegt, auf welcher die Oefen stehen.

Die Ofengestalt ist nahezu cylindrisch und der Wind wird durch gewöhnlich sieben Oeffnungen von rechteckigem Querschnitt eingeführt, welche 170—300 mm Höhe und 150—200 mm Breite haben.

Ein solcher Ofen wird mit 5200—6000 kg Cokes gefüllt, worauf dann die Eisengichten in verschiedener Stärke gesetzt werden.

Der Satz an Schmelzcokes beträgt zwischen 6,25 und 8,00 Proc. des durchgesetzten Eisens und die eine Cokesfüllung vertheilt sich auf 102—150 Chargen zu 10000—12500 kg, also auf 1020000—1875000 kg, so dass der Cokesverbrauch sich um nur 0,2—0,3 Proc. erhöht, welche den Antheil des Füllcokes darstellen.

Ein sehr rasch gehender Ofen setzt in 20 Minuten bis 12500 kg Einsatz durch, muss dann aber mit 4 Kapselradgebläsen versorgt werden, welche 260 Touren machen und pro Tour 0,70 cbm Luft liefern sollen, deren Pressung zwischen 32 und 70 mm Quecksilber beträgt.

Der Kalkzusatz schwankt ebenfalls und bewegt sich je nach der Eisenbeschaffenheit zwischen 2 und 6 Proc. des Durchsatzes.

Der Abbrand ist schwer anzugeben, da bei derartigen Oefen das Cupolofenproduct nicht gewogen wird, sondern alle ökonomischen und anderen Erwägungen sich auf die Tonne im Converter fertig geblasenen Metalls, Flusseisen oder Flussstahl, beziehen.

Auf einem der bestgeführten Thomaswerke Deutschlands ermittelte man auf 1000 kg Blöcke 1187 kg Einsatz und die Gewichtsdifferenz von 187 kg vertheilt sich bis auf einen nicht ermittelbaren Rest von 4,973 kg wie folgt:

Entfernte Nebenbestandtheile	91,840 kg
Eisen in der Cupolofenschlacke . . .	4,267 „
Granalien u. s. w.	3,400 „
Eisen in der Converterschlacke . . .	51,200 „
Kaminschrott	26,000 „
Granalien von der Schlackenhalde . .	3,480 „
Dachauswurf	1,84 „
	182,027 kg
Dazu die obige Differenz	4,973 „
Folglich wie oben	187,000 kg

Der Antheil am Substanzverlust, welcher auf den Cupolofen kommen dürfte, wird ausser aus dem Eisengehalt der Cupolofenschlacke und den als Granalien bezeichneten Verzettelungen mit zusammen 7,667 kg pro 1000 kg Blöcke noch aus dem Gewicht der beim Umschmelzen entfernten Nebenstoffe bestehen.

Da das Roheisen ausweislich zahlreicher, denselben Betrieb betreffender Analysen, etwa 1,75 Proc. Bestandtheile verloren hat, wenn es durchgeschmolzen ist, so macht dies auf den Einsatz von 1187 kg etwa 20 kg. Demnach beziffert sich der Verlust wahrscheinlich auf 27,6 kg pro 1000 kg Blöcke oder auf den Einsatz bezogen auf rund 2,3 Proc.

Die Gase des Ofens verlassen denselben mit einer Temperatur, welche von 210—450° schwanken kann. Ihre Zusammensetzung wird im Mittel

auf 16,5	Volumprocente	Kohlensäure,
0,3	„	Sauerstoff,
6,3	„	Kohlenoxyd

angegeben, während ein anderer Betrieb nachstehende Resultate zweier Proben mittheilt:

13,0 Proc.	14,4 Proc.	Kohlensäure,
0,2 „	— „	Sauerstoff,
4,8 „	— „	Kohlenoxyd.

Aus diesen später zur Ermittelung von calorischen Resultaten noch zu benutzenden Verhältnissen geht hervor, dass selbst so regelmässig und intensiv gehende Schmelzöfen wie die genannten es nicht erreichen, kohlenoxydfreie Gichtgase zu haben, obschon der Cokesverbrauch an sich ein ausserordentlich geringer ist, wenn man besonders berücksichtigt, dass die Temperatur des abzustechenden Roheisens eine weit höhere sein muss, als der Schmelzpunkt desselben eigentlich verlangt.[1])

Der basische Process bedarf zu seiner erfolgreichen Durchführung eines thunlichst überhitzten Roheisens, was nicht ohne Mehrausgabe an Brennstoff zu erreichen ist, wodurch die allgemeine Temperatur von Gas und Material selbstredend hochgehalten wird und die Kohlenstoffverbrennung im Gegensatz zur Luftmenge ebenfalls wächst.

Ob eine Erhöhung des Ofenschachts eine Aenderung hervorbringen würde, ist nicht sicher; das Einblasen von Luftströmen in der Art wie bei den Greiner & Erpf'schen und Hamélius öfen soll in Flusseisenwerken Erfolge nicht gehabt haben.

Das beste Mittel, ökonomisch und technisch correct zu arbeiten, wird stets in einer genauen Luftzumessung, nach den Druckbeobach-

1) Calorimetrische Messungen ergaben 250—260 Cal. Wärme.

tungen geregelt, bestehen und einer gleichmässigen Aufgabe von gleichartigem Brennstoff und Schmelzmaterial.

Dadurch drückt man Verluste u. s. w. auf ein Minimum herab und arbeitet hart an der Grenze des überhaupt Möglichen.

Anthracitcupolöfen in Nordamerika.

Eine Ausnahmestellung unter den Cupolöfen nehmen die mit Anthracit betriebenen Giessereischachtöfen in Nordamerika ein, welche der Verfasser erst im Sommer 1893 gelegentlich seiner Reise nach Chicago persönlich kennen lernte.

Man betreibt übrigens diese Oefen nur da, wo die Kohle hinlänglich billig zu stehen kommt, wechselt bei wechselnden Conjuncturen auch leichten Herzens den Brennstoff, ohne sich an technische Grundsätze viel zu binden — ein Gebahren, das, wie die zahlreichen Kundgebungen deutscher Berichterstatter über Amerika gelegentlich der Columbian Worlds fair beweisen, stets berücksichtigt werden muss, wenn man amerikanische Verhältnisse beurtheilen will. (Vergl. u. A. Dürre, Notizen über Wassergasdarstellung und Verwendung, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1893, S. 794 und 1415, dann desselben: Amerikanische Metallurgie auf der Weltausstellung in Chicago, ebendaselbst S. 838 u. ff., ferner desselben Vortrag über die Weltausstellung in Chicago, ebendaselbst S. 1402.)

Im Allgemeinen gelten beim Giessereibetrieb mit Anthracit im Vergleich zum Betrieb mit Cokes nachstehende Erfahrungen und Grundsätze:

Die Verwendung von Anthracit soll unter sonst gleichen Verhältnissen den Guss reiner und weicher machen als der Gebrauch von Cokes. Die Letzteren erfordern eine geringere Pressung des Windes als der Anthracit, eine Erfahrung, welche durch ähnliche Erfahrungen an den Eisenhochöfen bestätigt und wahrscheinlich gemacht wird.

Doch soll Cokes das Roheisen etwas rascher schmelzen als Anthracit, dagegen greift die Verwendung des Letzteren den Ofen weniger an als der Gebrauch der Cokes.

Eigenthümlich ist die gleichzeitige Verwendung beider Brennstoffe in Bezirken, wo die Kohle etwas theurer kommt als die Cokes.

Die Giessereien geben alsdann bis an die Düsen Cokes zum Anfüllen und darüber Kohlen bis zur ersten Eisengicht. Zwischen den weiteren Eisengichten setzen sie dann 2—3 Theile Cokes auf 1 Theil Anthracit, so dass der Letztere ein Viertel bis Drittel der Cokesmenge ausmacht. Dabei setzt man die Kohle zuerst ein und behauptet, dadurch eine besonders hohe Hitze zu erzielen.

Andere füllen lediglich mit Cokes und geben etwas Kohlen unter die Schmelzgichten, noch Andere füllen mit Kohlen und schmelzen mit Cokes weiter.

Von Belang ist hierbei die gemachte Beobachtung, dass eine Füllung aus Kohle niedriger sein kann als eine aus Cokes, so zwar, dass über die oberste Düsenreihe hinweg noch 18 Zoll = 0,4572 m Cokes geschüttet werden müssen, aber nur 12 Zoll = 0,3048 m Anthracit.

Beide Brennstoffe unterscheiden sich auch noch bezüglich der Eisenmengen, welche gesetzt werden können. Im Allgemeinen trägt der

Anthracit nicht mehr als die Cokes, doch müssen die Gichten stärker gemacht werden und infolge dessen auch die Eisensätze, wenn ökonomisch nicht gearbeitet werden soll.

Wenn zum Beispiel 50 Pfd. oder 22,679 kg Cokes zwischen Sätzen von je 500 Pfd. oder 226,795 kg Eisen in einem 30 Zoll oder 0,762 m weiten Ofen gesetzt werden, so genügt die Cokesmenge zur Umhüllung und Trennung der Eisensätze vollständig.

Würden Kohlen benutzt, so fände keine ordentliche Trennung der Eisengichten von einander statt und es erschienen dieselben wie eine compacte Masse vor der Aufgebethür bis auf die Füllung.

Es muss daher die Kohlengicht verstärkt und dem entsprechend auch die Eisengicht stärker gemacht werden.

Man erfährt hierüber, dass in einem Ofen von vorher gekennzeichneter Weite Cokesgichten von 500 Pfd. oder 226,795 kg und Anthracitgichten von 1200 Pfd. oder 544,308 kg einander entsprechen.

Was nun das Verhältniss des Brennstoffs zur Durchsatzmenge anlangt, so begegnet man hierbei grossen Unterschieden in Meinungen und Handhabung der praktischen Verhältnisse; meist wird aber von der Brennstoffmenge ausgegangen.

Dieselbe wird im Allgemeinen durch Wägung gefunden, und man ersetzt beim Wechseln des Brennstoffs gewöhnlich die Cokes durch die gleichen Gewichtsmengen Kohle und umgekehrt.

Für einen Ofen, wie vorher angegeben, rechnet man auf eine Hitze von 4 Tons = 4064 kg rund 1200 Pfd. oder 544,308 kg Cokes oder Kohlen, mithin rund 13,4 Proc.

Es giebt aber doch Werke, in welchen man weniger Kohle zu verbrauchen vorgiebt als Cokes, doch wird dies selbst von amerikanischen Fachleuten angezweifelt, weil infolge der grösseren Füll- und Schmelzmengen die Veranlassung zum Mehrverbrauch sehr nahe liegt. (West, American foundry practice, I, p. 326.)

Was nun die Betriebsgebräuche im Einzelnen anlangt, so wird für die gewöhnliche Ofenweite von 30 Zoll folgender Gang empfohlen:

Bei Verwendung von Cokes allein wird bis zur früher erörterten Höhe von rund 457 mm über der oberen Formlinie gefüllt und die ganze Masse gut in Brand gebracht.

Darauf wird die erste Gicht gegeben, welche zwischen 500 und 1500 Pfund oder 226,795 und 680,385 kg schwanken kann. Gleich in der zweiten Gicht sollen alsdann die etwa einzuschmelzenden schweren Stücke aufgegeben werden, welche in der ersten Gicht selbstredend Schaden anrichten würden.

Das Gewicht der nun folgenden Gichten kann zwischen 500 und 1000 Pfd. oder 226,795 und 453,590 kg wechseln, und auf je 100 Pfd. Eisen sind der Sicherheit halber 14 Pfd. Cokes gerechnet, welche der Regel nach in Gichten zu 140 Pfd. oder 63,503 kg zu setzen sind. Die Füllung oder das Bett „bed“ sind hiernach ungerechnet, was mit der obigen Ziffer von durchschnittlich 13,4 Proc. nicht ganz stimmt.

Bei ausschliesslicher Verwendung von Anthracit wird auf die (wie oben auseinandergesetzt, etwas niedrigere) Füllung die erste Gicht mit 1500 zu 2500 Pfd. = 680,385 zu 1133,975 kg Eisen gesetzt, während

die übrigen Gichten zwischen 1000 und 2000 Pfd. = 453,59 und 907,180 kg wechseln können. Der Brennstoffverbrauch ist derselbe ungefähr wie bei dem ausschliesslichen Cokesverbrauch.

Wenn zwei oder drei Gichten herunter sind, kann man die Brennstoffmenge mässigen und gleichzeitig die Eisengichten vorsichtig ändern, bis man zur ökonomisch und technisch besten Leistung gelangt.

Diese Notizen können vervollständigt werden durch einige Zahlen, welche sich auf das Schmelzen von Bessemerchargen beziehen.

Lenox Smith in seiner Manufacture of Steel giebt bereits 1872 an, dass die von Pearse verbesserten Cupolöfen der Pennsylvania Steel Works zu Harrisburgh, welche Mackenzieöfen mit elliptischem Schacht von 1,976 m grösserer, 1,064 m kleinerer Achse und 4,256 m Höhe waren und einen gesammten Düsenquerschnitt von 200 Quadratzoll = 1290,8 qcm besassen, wie folgt betrieben wurden. Auf eine Füllung von 5400 Pfd. = 2449,386 kg Anthracit wurden 3 Karren mit je 1—1¼ Tonnen oder zusammen 3048—3302 kg Roheisen gesetzt, worauf weiterhin Kohlengichten von 1400 Pfd. oder 635,026 kg mit den gleichen Eisensätzen wechselten.

In 9 Stunden waren 100 000 Pfd. Metall oder 45 359 kg durchgeschmolzen, welche $45\,359 : \frac{3048 \text{ bis } 3302}{2} \times 635{,}026$ oder etwa 9072 kg Kohlen verbraucht haben müssen. Dies ergiebt ohne Anrechnung des Füllmaterials $\frac{907\,200}{45\,359}$ oder genau 20 Proc., sicher kein Beweis für die technische Ebenbürtigkeit des Anthracits gegenüber den Cokes.

Damit stimmt indess auch die vorher gemachte Angabe, dass der Cupolofenbetrieb mit 1 Pfd. Kohle nur 5—6 Pfd. Roheisen schmelze (a. a. O. S. 158 u. ff.).

Als Vergleich ist anzuführen, dass Mullin in seinem Werke: Modern moulding and patternmaking (London 1886) noch nachstehende, auf einem von Colliau construirten und in Amerika eingeführten Cupolofen sich beziehende Verhältnisse mittheilt:

Derselbe, auf der Giesserei der Car Wheel Comp. in Detroit angewendet, wurde mit 1500 Pfd. = 680,4 kg Cokes besetzt, worauf nach einander 6900 „ = 3129,8 „ Schmelzcokes kommen,

also im Ganzen 8400 Pfd. = 3810,2 kg.

Damit wurden im Ganzen 94 000 Pfd. = 42 638,4 kg Roheisen durchgesetzt, also pro 100 kg Roheisen 8,94 kg Cokes gebraucht.

Ein grosser Durchschnitt eines ganzen Monats ergab

129 050 Pfd. = 58 537,1 kg Cokesverbrauch auf

1 354 662 „ = 614 474,7 „ Roheisendurchsatz,

aus welchen Zahlen sich ein Brennstoffverbrauch von 9,52 kg pro 100 kg herausrechnet.

Diese zuletzt angeführten Ziffern amerikanischer Betriebe zeigen die relativ geringere Leistungsfähigkeit der Anthracite, die ja auch bei den Hochöfen einen stärkeren Consum als die Cokesbetriebe zeigen und bei entsprechenden Preislagen häufig Cokeszusätze erhalten, z. B. in Lehighthal bis 25 Proc. des gesammten Brennstoffquantums. Jedenfalls

kommt es auf den Werth des Brennstoffes ausserordentlich an und der blosse technische Vergleich ist für die Betriebe der geschäftlich ausserordentlich raffinirten Amerikaner nicht allein durchschlagend.

C. Betrieb der Flammöfen mit directer Feuerung.

Obwohl der gewöhnliche Flammofenbetrieb weniger Wichtigkeit erlangt hat, als der Schachtofenbetrieb, so ist doch für gewisse Materialien und Producte seine Anwendung nicht immer zu umgehen.

Das Vorurtheil, welches früher in vielen Köpfen für und gegen den Flammofen herrschte und einerseits zur fast ausschliesslichen Benutzung, andererseits zur ebenso entschiedenen Verwerfung führte, entsprang vielfach aus der einseitigen Auffassung der Vor- und Nachtheile des Apparats.

Während ein gut geleiteter Flammofen das beste und stärkste Eisen, wie es beispielsweise die Artillerie gebraucht, ohne Nachtheil zu schmelzen. im Stande ist und dasselbe in vollkommen flüssigem Zustande herstellt, ist es natürlich sehr leicht, bei schlechter Ofenconstruction und nachlässiger Bedienung des Ofens das beste Eisen zu verderben und für bestimmte Zwecke unbrauchbar zu machen.

Dasselbe kann aber beim Schachtofenbetrieb ebenso leicht geschehen und geschieht nur insofern wohlfeiler, als der Flammofenbetrieb auch bei continuirlichem Betriebe mehr Brennstoff für denselben Einsatz zum Schmelzen beansprucht.

Da der continuirliche Betrieb des Flammofens der Regel nach die Ausnahme bildet, werden die Vorzüge des Schachtofens, besonders in ökonomischer Hinsicht, bestehen bleiben und die Anwenduug der Flammöfen mehr und mehr auf die Fälle beschränkt bleiben, wo sehr billige rohe Brennstoffe, jedoch nur schlechte Cokes zur Verfügung stehen.

In solchen Bezirken denkt man noch heute daran, den Schachtofenbetrieb durch continuirliche Gasofenbetriebe zu ersetzen und damit der Frage der Cokesbeschaffung in richtiger Beschaffenheit (in neuerer Zeit vielfach durch die Ringe der Zechen und Cokesbrennereien complicirt) aus dem Wege zu gehen.

Wie bei dem Schachtofenbetrieb handelt es sich hier zunächst um Wahl und Behandlung der hauptsächlichsten Materialien, Eisen und Brennstoffe, um das Vorbereiten des Apparates, die Inbetriebsetzung desselben und die Erreichung des gewünschten Zieles: Schmelzung des Roheisens. Der Guss und die vollständige Entleerung der Oefen bilden den Schluss dieser allgemeinen Betrachtungen, denen sich dann einige kurze Beispiele der Oekonomie und des Ausbringens bei dieser Schmelzmethode anknüpfen lassen.

Mehr noch als bei dem Schachtofenbetrieb ist hier die äussere Physiognomie der Schmelzung eine allen Einzelfällen gemeinsame; selbst bei den abweichendsten Profilirungen der inneren Ofengestalt verläuft der currente Betrieb immer gleichartig; höchstens in den Vorbereitungen, sowie beim Besetzen der Oefen ändert sich Einiges nach Form und Zweck der Apparate.

Die Auswahl des Materials.

Die Wahl des Materials war schon vor 20 Jahren eine beschränkte, weil die Anwendung der Flammöfen selbst sich nur auf bestimmte Aufgaben beschränken konnte, deren Zahl in neuester Zeit durch die Ausbildung des Schachtofenbetriebes wesentlich verringert worden ist.

Dagegen blieben diejenigen Fälle noch wichtig genug, welche die Anwendung der Flammöfen erforderten, beziehungsweise zu erfordern schienen, um an dieser Stelle einige Ausführlichkeit zu gestatten.

Diese Fälle waren einerseits die Darstellung der eisernen Geschütze schweren Kalibers, wie sie früher an mehreren Orten, zuletzt nur noch zu Finspong in Schweden, sowie in Amerika und Russland mit einigem Erfolge ausgeführt worden ist, andererseits dann der Guss schwerer Walzen, deren Qualität damals noch immer von den aus dem Cupolofen gegossenen nicht erreicht wurde, neuerdings aber durch Verwendung von Stahlgemischen u. s. w. eine grosse Umwandlung erfahren hat.

Andere Stücke, z. B. schwerer Maschinen- und Bauguss, liessen sich stets ebenso gut aus dem Schachtofen giessen und erforderten keine besonderen Vorsichtsmaassregeln, obwohl in manchen Fällen der Flammofen bessere Resultate gab, die oftmals auf einer leichten Veränderung des Roheisens beruhten.

Das Roheisen, welches hiernach vorwiegend zum Verschmelzen im Flammofen gewählt wurde, gehörte vorwiegend zu der Gruppe des hellgrauen oder leichthalbirten Roheisens, das eine hohe absolute Festigkeit haben musste. Weil ein solches Eisen sehr empfindlich sich erwies, hielt man es in allen Fällen, wo man seine Eigenschaften zu erhalten oder zu verbessern suchte, für zweckmässiger, dasselbe im Flammofen zu schmelzen, wo es dem Contacte des Brennstoffs nicht ausgesetzt war und bei geschickter Behandlung an Härte und Sprödigkeit nicht zunahm.

Ein solches Eisen ist in diesem Werk bereits vielfach genannt worden; es ist im Allgemeinen das aus reinen und reichen Erzen von mittlerer Reductibilität und Schelzbarkeit erzeugte Roheisen mit minimalem Gehalt an Phosphor und Schwefel und nicht zu viel Silicium und Mangan, welches hier gemeint ist.[1])

Einen grossen Ruf als Giessereimaterial besassen in vorgedachtem Sinne besonders die nachstehenden Roheisensorten, von denen einige noch auf dem Markte vorkommen, während einzelne davon verschwunden, beziehungsweise durch andere ersetzt worden sind.

Ueberhaupt ist vielfach der örtliche Ruf solcher Productionsstätten verwischt durch die Bemühungen der Grossindustrie, sich in den Besitz auswärtiger guter Erze zu setzen und dieselben mit eigenen guten, leistungsfähigen und billigen Brennstoffen zu Roheisen bester Beschaffenheit zu verschmelzen.

1) Vergl. Bd. I, S. 34.

An erster Stelle sind von diesen altbewährten Marken folgende zu nennen gewesen:

Das Roheisen von Finspong und Åker in Schweden und von Arendal u. a. O. in Norwegen, beide bei Holzkohlen aus Magneteisensteinen erblasen.

Das Roheisen von Salisbury, Greenwood u. a. O. in Connecticut (Vereinigte Staaten), aus Magneteisensteinen und reinen Brauneisensteinen mit Zusätzen anderer Eisenerze erblasen.

Das Roheisen von Goro-Blagodat, Slatoust u. a. O. des Uralgebirges, ebenfalls aus Magneteisensteinen mit theilweiser Umwandlung in Rotheisenstein bei Holzkohlen erblasen.

Diese Hauptmaterialien des Gusses eiserner Kanonen, auf die später nochmals ausführlicher zurückzukommen sein wird, zeichneten sich durch eine oft grobhalbirt erscheinende Beschaffenheit aus, die aber mit dem halbirten Weissstrahl oder splittrigen Roheisen keine besondere Aehnlichkeit im Bruch zeigte. Während hier der Bruch in der Regel glatt sich anfühlt, bemerkte man dort einen sehr ausgesprochenen hakigen Bruch, der nach praktischer Auffassung auch die bedeutende Festigkeit jenes Eisens beweist.

Am nächsten standen diesen für erste Giessereizwecke hoch qualificirten Roheisensorten die älteren Hämatitroheisensorten Englands, welche damals bei nicht zu hoher Temperatur erblasen worden waren und Silicium in nur mässigen Antheilen enthielten. Einige mit kaltem Winde erblasene Marken aus Nord-Wales, z. B. Blaenavon, gehörten in mancher Beziehung ebenfalls hierher.

Aehnlich, nur in geringerem Maasse, kehrt jenes hakige Aussehen wieder bei dem Sayner Roheisen aus früherer Zeit, namentlich aber bei den ungarischen und deutschen Roheisensorten, aus Roth- und Brauneisensteinen besserer Qualität dargestellt, sowie bei dem Roheisen von Mariazell. Diese Roheisensorten, zu denen die grauen und schwachhalbirten Marken des Harzes, Nassaus und Westfalens gehören, eignen sich nur noch zum Walzenguss und zur Darstellung fester Maschinentheile, während sie für Geschützanfertigung nicht Garantien genug gewähren würden. Jetzt, wo der Flammofenbetrieb von geringer praktischer Bedeutung für die Eisengiesserei ist, wo die Geschützfabrikation aus Gusseisen kaum mehr vorkommt, ist es nicht mehr nöthig, diese hochgespannten Anforderungen wie früher aufrecht zu erhalten, und die oben genannten Sorten haben einen Theil ihres Werthes verloren und werden deshalb nicht mehr mit der gleichen Sorgfalt fabricirt.

Für andere Gussmaterialien, z. B. Kupferlegirungen, kommt der Flammofen überhaupt nur selten in Betracht. Für Stahl tritt der Gasflammofen ein. (Siehe D.)

Vorbereitung des Ofens.

Ueber die Vorbereitung des Ofens zum Schmelzen ist wenig zu sagen. Dieselbe wird, abgesehen von grösseren Reparaturen der Seitenwände und des Gewölbes, wesentlich in der Ausbesserung des Herdes, d. h. der Ofensohle selbst, bestehen, welche von Schlacken und grösseren

Ansätzen befreit und mit frischem Sande wieder ergänzt werden muss. Bei strengflüssigem, sehr festem Eisen, wie es der Flammofenbetrieb stets bevorzugt hatte, also bei dem grössten Theil des früheren Kanonenmaterials, war sehr häufig die Neigung zur Bildung von Metallkrusten oder Metallschalen auf dem Herde bemerkbar, besonders wenn der Ofen schlecht zog oder nachlässig befeuert wurde.

Diese Ausscheidungen, auf einer stärkeren Veränderung des Roheisens durch Oxydation theilweise beruhend, die ihrerseits ganz natürlich als eine Function des langsameren und weniger vollkommenen Schmelzens bezeichnet werden kann, müssen möglichst vollständig weggeräumt, beziehungsweise ausgebrochen werden, ehe an ein wiederholtes Besetzen des Ofens und Befeuern desselben gedacht werden kann. Würde man sie an ihrer Stelle lassen, so würden sie bei der nächsten Benutzung des Ofens die weitere Bildung solcher Ausscheidungen begünstigen, und es würde ein Aufwachsen des Herdes und damit ausser einem Metallverlust noch eine Raumverminderung allmälig eintreten.

Bei continuirlichem Betrieb der Oefen, wie er in Giessereien eigentlich nie vorkommt, liegt die Sache etwas anders, weil der Ofen nach dem Abstechen sofort, d. h. heiss wieder besetzt wird.

Da tritt das Einschmelzen viel rascher ein als beim Arbeiten in einem neu angefeuerten Apparat, die Eisenveränderung ist daher vergleichsweise geringer und die Neigung zur Schalenbildung ebenfalls; auch lösen die Schmelzsätze solcher continuirlich arbeitenden Oefen die etwaigen Rückstände leicht wieder auf.

Dann ist zu erinnern, dass der Ersatz des Ofengewölbes bei continuirlichem und sehr heissem Gang in so kurzen Zeitabständen geschehen muss, dass man die Wegnahme etwa vorhandener Schalen alsdann bequem bewirken kann.

Als eine Vorbereitung eines Schmelzofens kann noch die recht praktische Methode angesehen werden, einen neu hergestellten Herd mit dünnen Eisengussplatten zu belegen, um die Verletzung des Ersteren durch grosse und eckige Materialstücke, schweren Bruch u. s. w. zu vermeiden.

Besetzen des Ofens.

Die Form, in welcher das Roheisen zum Einsetzen in den Ofen kommt, ist an sich ebensowenig gleichgültig als beim Cupolofenbetrieb; indessen kann man sich nach gewisser Richtung doch etwas mehr Freiheit gestatten, vorzüglich wenn es nicht so sehr auf die äussere Qualität des Gusses ankommt. Dieser letztere Fall findet statt, sobald es sich um Umschmelzen grösserer Stücke oder um das Legiren handelt; wie schon früher nachgewiesen, wird der Flammofen in vielen Eisengiessereien, namentlich wenn sie dem Bezugsort des Brennstoffes fern liegen, nur deshalb gebraucht, weil oft so grosses Material zu verschmelzen ist, dass man dasselbe keinem Cupolofen zumuthen kann und weil die anderweitige mechanische Zerkleinerung theils zu kostbar, theils unmöglich ist.

Für Güsse wie Geschütze, Walzen von vorzüglicher Qualität, Cylinder zu hydraulischen Pressen u. s. w. ist es nothwendig, auf eine durch praktische Erfahrung festzustellende gleichmässige Form und Grösse

der Einsatzstücke zu halten, weil es in solchen Fällen auf rasches Schmelzen ankommt. Das Letztere ist nicht möglich, sobald grosse und kleine Stücke des gleichen oder verschiedenen Eisens neben einander gepackt werden; die kleinen Stücke schmelzen dann zunächst, und die grossen sind oft einer stundenlangen Einwirkung der Flamme ausgesetzt und in ihrer Qualität verändert, ehe sie zu schmelzen beginnen. Ist es nicht möglich, gleichmässige Stücke zu verwenden, so thut man wenigstens gut, die verschiedenen heissen Zonen des Ofens bei dem Einsetzen in Rücksicht zu ziehen.

Wenn der Ofen in glühendem Zustand besetzt wird, namentlich wenn nach dem Abstich einer Charge unmittelbar eine zweite gemacht werden kann, so versteht es sich von selbst, dass nur gleichmässige und nicht allzugrosse Stücke zur Verwendung kommen dürfen. Es muss dann die Arbeit des Besetzens leicht von Statten gehen, um den Ofen nicht zu sehr abzukühlen.

Alles über das Einsetzen zu Sagende lässt sich also dahin zusammenfassen, dass bei besonderen Fabrikaten eine gleichmässige Form und Grösse nothwendig werde, in anderen Fällen aber jede Disposition gut sei, welche die vorzugsweise schweren Stücke in die heissere Zone des Ofens und in die directeste Beziehung zur Flamme bringe, die kleineren Theile dagegen mehr zurücksetze.

Einen weiteren Unterschied im Besetzen des Ofens macht seine Profilirung; ein Ofen mit gestrecktem Herd wird anders besetzt als einer mit vertieftem Herd.

Bei jenem kommt die gesammte Charge möglichst in die Nähe der Feuerbrücke, während sie bei der anderen Art auf die geneigte Ebene zwischen Herd und Fuchsöffnung gebracht werden muss.

Gleiche Feuerung bei beiden Oefen vorausgesetzt, erscheint es nicht denkbar, gleiche Erfolge erzielen zu können, und daher schreibt sich auch der theilweise schon begründete Unterschied der Leistungen.

Das Mechanische des Besetzens ist zu einfach, um beschrieben zu werden; die Stücke, wenn sie gross sind, werden durch die Einsatzthür in den Ofen gerollt, indem man eine starke Bohle nach der Schwelle hinaufführt oder einen Krahn benutzt, um die Stücke so hoch zu heben. Eine complicirte Vorrichtung befand sich hinter den Flammöfen einzelner Geschützgiessereien, die indes keine Nachahmung verdiente.

Inbetriebsetzung.

Die Inbetriebsetzung des Ofens, nachdem Herd, Stich u. s. w. in Ordnung gebracht, der Einsatz vollendet und die Einsatzthür möglichst dicht verschlossen worden ist, besteht darin, dass zunächst ein leichtes Holz- oder Steinkohlenfeuer auf den Rost geworfen und gebreitet wird, so dass die ganze Fläche desselben bedeckt sein muss. Ist dieses nicht zu erreichen, so ist es gut, das Feuer nicht unmittelbar auf den Rost zu bringen, sondern denselben mit einer dünnen Schicht klarer nussgrosser Kohlen zu bedecken, darauf das Feuer zu werfen, zu vertheilen und schliesslich mit klaren russfreien Kohlen nicht zu hoch zu beschütten. Dabei braucht man den Fülltrichter nicht ganz zu verschliessen, sondern lässt absichtlich etwas Luft über den Rost treten,

um leichter eine Entzündung der Gase und ein rascheres Anbrennen zu veranlassen. Sobald aber der Rost vollständig leuchtend geworden ist, beschüttet man auf's Neue in etwas stärkerem Maasse und schliesst den Fülltrichter. Wenn ein Schieber im Schornstein vorhanden ist oder eine Klappe auf dessen Spitze, so öffnet man beide jetzt fast vollständig und arbeitet mit lebhafterem Zuge, den man beim Anzünden vermeiden soll.

Für empfindliche Mischungen ist auch ferner hier ein etwas schmauchendes Feuer gut, wobei das Vorhandensein von Qualm an der Essenmündung als Zeichen dienen kann, vorausgesetzt, dass die Esse überhaupt nicht immer qualmt.

Erst nachdem das Ofeninnere zu glühen anfängt, kann schärfer gearbeitet werden, um nun das Schmelzen zu beschleunigen; dazu ist in erster Linie wie bei allen Flammenfeuerungen eine regelmässige und reine Aufgabe von Brennstoff in möglichst kleinen Portionen erforderlich.[1])

Je rascher die erkältende Periode des Abflammens der Kohlen vorübergeht, um so weniger wird der Gang des Schmelzens aufgehalten; dazu gehört indessen eine fortwährende Aufmerksamkeit des Schürers. Der Schmelzer hat inzwischen sich vorwiegend mit dem Gange des Schmelzens zu befassen und unter anderen Arbeiten auch das Vorbewegen der entfernt liegenden Schmelzstücke zu bewirken, sobald die vordersten eingeschmolzen sind. Bei besonders homogenen Mischungen ist schliesslich durch zeitweiliges Rühren und längeres Stehenlassen eine Bewegung und Vertheilung der verschiedenen Eisenschichten erforderlich.

Ist die Schmelzung vollkommen eingetreten, schwimmen keine Stücke festen Roheisens mehr in der flüssigen Masse herum oder kleben auf der Sohle des Herdes fest, dann setzt man gewöhnlich noch $^1/_2$—1 Stunde ein vorsichtiges Scharffeuer fort, um das Bad zu überhitzen.

1) Für den Flammofenbetrieb wichtig sind hier die verschiedenen besonders im Interesse einer rationellen Dampferzeugung ausgeführten Heizversuche verschiedener Vereine u. s. w. anzuführen, unter denen die im Civilingenieur (N. F., Bd. X, S. 135) berichteten, von Burnat geleiteten Heizversuche mit Dampfkesselfeuerungen mit die Ersten sein dürften.

Unter Nr. 5 wird der Einfluss des mehr oder weniger häufigen Aufschüttens besprochen und Folgendes erwähnt:

Die Industrie-Gesellschaft zu Mühlhausen hat eine Concurrenz der Heizer veranstaltet und dabei ermittelt, dass bei einem Schütten von 100 kg pro Stunde nur Portionen von 5 kg, auf mehrere Schaufeln vertheilt, in 3 bis 4 Minuten langen Pausen aufgeworfen, die besten Resultate ergaben.

Marozeau empfahl damals alle 6—7 Minuten Portionen von 10—12 kg einzuwerfen.

Morin und Tresca (Des machines à vapeur, tome I, Paris, Hachette 1863) erwähnen der Mühlhausener Versuche und leiten daraus ab, dass nachstehende Verhältnisse einander correspondiren:

Leistungen	6,48 :	6,71 :	6,99 l Dampf,
Aufgabe	25,00 :	15,00 :	10,00 kg Kohlen,
Pausen	13,95 :	6,97 :	5,37 Min.

sie empfehlen indess ebenfalls wegen des sonst unmöglich guten Verschlusses der Thüren Pausen von 6—10 Minuten.

In besonderen Fällen, besonders bei dem Gusse schwerer Sachen, z. B. bei der früheren Herstellung der Rodman'schen Kanonen in Amerika, Schweden und Russland, liess man, den Fairbairn'schen Erfahrungen folgend, das Bad noch mehrere Stunden lang der Einwirkung der oxydirenden Gase ausgesetzt, um die Festigkeit des Metalls zu steigern.[1])

Vom Abstechen der Flammöfen.

Das Abstechen der Flammöfen erfolgt in der Weise, dass der Inhalt derselben durch das mit trocknem Sande und einem vorgelegten eisernen Pfropfen oder Stein verschlossene Stichloch zunächst in einen mit bindendem Sande ausgeschlagenen flachen Tümpel abgelassen wird. Dieser Tümpel ist nach der Giessgrube hin mit einer eisernen Platte verschlossen, die nur eine schmale, aber hohe, mit einer eisernen, lehmbestrichenen Vorsetzschaufel versehene Oeffnung in der Achse des Tümpels besitzt. Wenn alles Eisen aus dem Ofen gelangt ist und sich im Tümpel etwas vermischt hat, lüftet man die Vorsetzschaufel und lässt das Eisen in die Giesskanäle treten, die zu den Formen führen.

Der Zweck des Tümpels war von Anfang der, das Eisen, welches mit mässiger, aber immer gleicher Geschwindigkeit aus dem Ofen tritt, anzusammeln, um demselben eine nach dem augenblicklichen Bedürfniss veränderliche Gussgeschwindigkeit zu geben. Diese Veränderlichkeit erhält man leicht durch die bewegliche Vorsetzschaufel, die gehoben einen starken Strahl, gesenkt einen schwächeren aus dem Tümpel treten lässt.

Dass hierbei durch die Bewegung der Schaufelecken und Kanten leicht Sand abgelöst und vom Eisenstrahl mitgerissen wurde, war nie ganz zu vermeiden.

Demnächst gestattet das Vorhandensein des Tümpels auch, die Schlacke am Einfliessen in die Giesskanäle möglichst zu hindern. Sie tritt allerdings erst zuletzt aus dem Ofen, aber es kann doch vorkommen, dass einzelne Theile noch während des Giessens aus dem Ofen gelangen, wo sie dann im Tümpel abgehalten werden können. Es entsteht dann eine rasch erkaltende Decke auf der Oberfläche des den Tümpel füllenden Metalls, und nur geringe Mengen finden am Schlusse des Abflusses ihren Weg in die Giessgräben, können aber nicht mehr durch die vollen und ruhigen Eingusstrichter in die Form selbst gelangen.

Viel vortheilhafter lässt sich an Stelle des Tümpels eine Giesspfanne anwenden; es ist dieses eine viel reinere Vorrichtung und sicherer im Gebrauch, da ein aus Sand gestampfter Tümpel eigentlich ebenso sorgfältig dargestellt werden muss als eine Herdform, was aber leicht unterlassen wird. Abgesehen von einer möglichst porösen trocknen Unterlage, muss der Tümpel aus gleichmässig gesiebtem Formsande bestehen, darf keine festen Theile enthalten und namentlich keine Metallstücke.

Feuchtigkeit, zu grosse Dichtigkeit, sowie die Gegenwart kalten Eisens können einen grossen Theil des Metalls, wenn nicht

1) Vergl. Bd. I, S. 95.

den ganzen Abstich in sprudelnde Bewegung bringen, die oft den Charakter einer Explosion annimmt und das Innere der Giesserei mit flüssigem Roheisen in Tropfen und grösseren Massen vollschleudert. Die kalten Granalien fallen dabei leicht in die etwa offen stehenden Eingusstrichter und Luftauslässe der bereit stehenden Formen, und der Schaden ist immer ein bedeutender, wenn es auch gelingt, einen Theil des Abstichs zu verwenden und für den anderen schleunigen Ersatz zu finden.

Einfluss des Ofenprofils auf die Arbeit.

Im Vorstehenden wurde der allgemeine Gang der Arbeit geschildert, der sich auch für die einzelnen Oefen wenig ändert.

Die Oefen mit gestrecktem Herd bedürfen allerdings eines lebhafteren Feuers, um gut und flüssig einzuschmelzen, als die Oefen mit vertieftem Herd, welche auch den Vorzug rascherer Wirkung haben. Dieser Unterschied spricht sich auch, wie in der Folge gezeigt werden soll, in den ökonomischen Resultaten des Betriebes aus.

Man kann deswegen bei den Oefen mit vertieftem Herd eher eine schmauchende Flamme vorherrschend anwenden, als bei den Oefen mit gestrecktem Herd, und deshalb qualificiren sich jene besser zum Einschmelzen von festen oder zähen Eisensorten, wie sie der Kanonenguss verlangt. In gleicher Weise liess sich unter den früher verbreiteten, jetzt nahezu ganz verschwundenen Flammöfen der Bessemerhütten die durchgängige Bevorzugung der tiefherdigen Profile erklären.

Brennmaterial.

Ein anderer Factor, welcher den Gang der Arbeiten beeinflussen kann, ist der Brennstoff, welcher in den verschiedensten Arten zur technischen Verwendung kommt. Man schmilzt durchweg mit rohen Brennstoffen und nicht blos mit Steinkohlen, wiewohl diese das verbreitetste Material sind, sondern bedient sich, je nach den örtlichen Verhältnissen, auch des Holzes, des Torfes, der jüngeren und namentlich auch der älteren Braunkohlen. (Bd. I, S. 432 u. ff.)

Natürlich müssen, wie bei allen Ofenanlagen ohne Gebläse, Construction und Betrieb, vorzugsweise die Erstere, sich nach den Eigenschaften des Brennstoffs richten; die Leistung pro Zeiteinheit muss in allen Fällen die gleiche sein, bezogen auf gleiches Gussmaterial. Je geringer die relative Leistung eines Brennstoffs folglich ist, um so mehr muss der absolute Consum pro Zeiteinheit steigen, um so grösser muss also der Verbrennungsraum und namentlich die Rostfläche, um so rascher auch die Bedienung des Ofens sein. Bei sehr geringen Leistungen wendet man besser Gasfeuerung an, obschon dieselbe eigentlich nur für continuirlichen Betrieb recht geeignet ist, welcher, wie wiederholt hervorgehoben, beim Giessereiflammofen selten und nur ausnahmweise vorausgesetzt werden kann.

Im Uebrigen werden die besonderen Beispiele der Praxis und die später daraus entwickelten Berechnungen die verschiedenen Brennstoffe in ihrer Anwendung zum Flammofenbetrieb noch deutlicher erkennen lassen.

Nebenarbeiten und Geräthschaften.

Zum Betrieb des Flammofens sind an secundären Manipulationen noch folgende zu rechnen. Um etwaigen Ueberschuss an geschmolzenem Eisen in passende Form zu bringen, disponirt man neben dem Anfang des eigentlichen Gusslaufs, also hinter dem Tümpel, eine bestimmte Anzahl (3—6) Barrenformen, von der Gestalt der gewöhnlichen Masseln der Hochöfen in die Hüttensohle eingedämmt, und lässt in diese durch Seitenläufe das überschüssige Metall ab. Bequemer ist noch die Anwendung von gusseisernen Schalen, die man mit Lehm oder Kalk ausschlichtet und etwas anwärmen muss, um sowohl das Abschrecken als auch das Anhängen zu vermeiden. Man erhält dann sauberere Barren als aus den nur roh und hastig eingedämmten Sandformen und kann gleichzeitig kleine erwärmte Eisenstücke, graues Roheisen, auch Schmiedeeisen im Bedarfsfalle, in die Formen legen und eingiessen.

In der Art bereitet man sich Legirungen zu verschiedenen Zwecken, ohne besondere Auslagen und in reinster Beschaffenheit. Da man dem Schmelzer und Schürer die so dargestellten sauberen Abfälle bezahlen kann, werden beide für die geringe Mühe beim Zurichten der Abstiche hinlänglich belohnt, denn Abfälle in zerrissenen Brocken, Tümpeln und Fetzen werden nirgends dem Schmelzerlohn gutgerechnet.

Die Gezähe beschränken sich auf nur wenige. Zum Schüren dient eine Kohlenschaufel und eine Herdkrücke, während mehrere Haken und Spiesse die Arbeit des Rostaufstörens verrichten helfen. Beim Einsetzen grosser Stücke hilft man mit gewöhnlichen $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$ Fuss langen eisernen oder 5—6 Fuss langen hölzernen Hebestangen nach, bis die Dinge auf der Schwelle der Ofenthüre liegen; kleinere Stücke setzt man mit der Setzschaufel ein, einer am vorderen Ende zu einer Breite von 5—6 Zoll in einer Länge von 15—18 Zoll abgeplatteten Brechstange.

Während des Schmelzens bedient man sich einer Brechstange von gewichtiger Länge und Stärke, wohl 70—80 Pfd. schwer, um die schmelzenden Stücke zu wenden und zu bewegen.

Ein Löffel an langem Stiel ist ausserdem oft nöthig, um Proben zu nehmen, ebenso eine halbleichte Krücke zu etwa nöthig werdendem Rühren.

Beim Abstechen dient ein gekrümmter Spiess, um dem Arbeiter das Bücken nicht zu schwer zu machen; die Vorsetzschaufeln, sowie die Schaufeln zum Absetzen müssen in hinreichender Zahl vorhanden sein, um leicht gewechselt werden zu können.

Die Masselmodelle oder im anderen Falle die eisernen Masselformen sind schliesslich ebenfalls, doch in mehr zusätzlicher Bedeutung, zu den Geräthen der Flammofenmannschaften zu rechnen.

Beispiele für den Flammofenbetrieb mit directer Feuerung.

Wie für den Schachtofenbetrieb S. 21 u. ff. sollen auch für den Flammofenbetrieb mit directer Feuerung einzelne Beispiele die bisher geschilderte allgemeine Betriebsweise näher erläutern.

Bei dem verhältnissmässig geringen Grade der Anwendung der Flammöfen im Gegensatz zu den Schachtöfen und bei den geringen Aenderungen, welche die Bauart der Oefen im Laufe der Zeit erfahren hat, wird die Zahl der Beispiele erheblich geringer ausfallen als für die anderen Ofenklassen, auch kann von einer Sonderung in grössere Gruppen, entweder dem Alter nach oder gewissen gemeinsamen Constructionseigenthümlichkeiten entsprechend, keine Rede sein. Es wird jeder zu besprechende Ofenbetrieb für sich angeführt werden.

Die Flammöfen der eingegangenen Königl. Eisengiesserei zu Berlin, von welchen einer in den Fig. 2a und b der Taf. XII des I. Bandes der ersten Auflage, sowie in vielen anderen Arbeiten abgebildet war, stellten wohl eine der ältesten Anwendungen des gestreckten Herdes dar und wurden in Betrieb gesetzt, sobald Lehmformen von einem bestimmten Gewicht angefüllt oder solche Gegenstände abgegossen werden sollen, die eine Bearbeitung erfuhren. Man setzte gewöhnlich hierzu eine Mischung von schottischem Eisen, altem Brucheisen von guter Qualität und härterem Holzkohleneisen und variirte die Verhältnisse je nach Bedarf und nach den gemachten Erfahrungen.

Das Eisen zu grauem dichten Lehmgusse musste ein kurzes und wenig lebhaftes Spiel zeigen, dessen Deutlichkeit von der Graphitbildung geschmälert wurde, welche bei schottischem Eisen stets stärker auftritt, als bei dichterem Material. Eine leicht schmauchende Flamme und ein nach Bedarf gehemmter Zug des Ofens trugen dazu bei, den Charakter des Einsatzes weniger zu verändern. In dieser Feuerführung liegt denn auch die Ursache des Kohlenaufwandes verborgen, der nicht zu den kleinsten gehörte.

In einem der letzten Betriebsjahre (1869) wurden aus dem Flammofen rund 37 700 kg Gusswaaren dargestellt und dazu 39 952 kg Roheisen und 684 Scheffel englischer Steinkohlen verbraucht. Rechnet man den Scheffel oder 0,055 cbm Kohlen dieser Beschaffenheit mit etwa 44 kg, d. h. den Cubikmeter mit 800 kg (Dürre, Allgemeine Hüttenkunde, S. 160), so erforderten 100 kg Einsatz etwa 76 kg Kohlen und ergaben 94,3 Pfd. Gusswaaren, also einen Abbrand von 5,7 Pfd. oder Proc.

In welcher Weise die Abfälle zurückgerechnet wurden, ist nicht mehr bekannt, doch kamen dieselben höchst wahrscheinlich dem Ofen wieder zu gute, ohne besonders gewogen zu werden.

Die Flammöfen auf der Königl. Eisengiesserei bei Gleiwitz, von welchen zwei verschieden grosse in Band I, S. 626 und Taf. XII und XIII Beschreibung und Darstellung gefunden, zeigen ziemlich gleiche Verhältnisse. Ihre Einsatzfähigkeit schwankt von 3750 bis 5500 kg; gewöhnlich waren Einsätze von 3750—4000 kg die regelmässiger und häufiger vorkommenden.

Der Betrieb war indessen verschieden, je nach der Werkstatt, welcher der betreffende Ofen angehört; zwei Oefen standen der Lehmförmerei und drei der Massenförmerei zu Gebote, obwohl es in manchen Fällen zweckmässig gewesen wäre, in der Lehmförmerei eine doppelt so starke Quantität flüssigen Roheisens bereit zu haben.

Während in der Lehmförmerei Gegenstände in weichem Gusse von allen Formen und Dimensionen hergestellt zu werden pflegten,

waren die Flammöfen der anderen Hütte in erster Reihe für den Walzenguss bestimmt, und die übrigen Fälle waren Ausnahmen.

Es bietet sich deshalb hier die interessante Gelegenheit, die Resultate des Flammofenbetriebes in beiden Anwendungen mit einander zu vergleichen, um so mehr, als jede Charge einzeln notirt zu werden pflegte und der Flammofenguss überhaupt einer besonderen Vorliebe sich erfreute.

Innerhalb desselben Zeitraumes, der zur Untersuchung der Resultate bei dem Cupolofenbetrieb desselben Werkes gewählt wurde (s. S. 26 d. B.), wurden in drei auf einander folgenden Monaten an Gusswaaren aus den Flammöfen dargestellt:

1) 24 544 kg
2) 22 225 „
3) 20 850 „

zusammen also 67 619 kg Gusswaaren.

Dazu wurden nachweislich verbraucht:

66 872,5 kg Roheisen verschiedener Beschaffenheit,
41 727,5 „ Bruch- und Tümpeleisen,

zusammen also 108 600 kg Schmelzmaterial.

Der Verbrauch an Kohlen bezifferte sich nach den Schmelzbüchern auf im Ganzen $342^1/_2$ oberschlesische Gemässtonnen à 4 Scheffel oder $7^1/_9$ Cubikfuss preussisch = 0,055 cbm.

Da die oberschlesischen Kohlen nicht mehr als 700 kg per Cubikmeter zu rechnen sein dürften, so ergiebt sich für den Scheffel ein Gewicht von 38,5 kg und für das ganze hier verbrauchte Quantum von 342,5 × 4 × 38,5 oder 52 745 kg.

Der Fall an Tümpeleisen und Ausschuss betrug 32 500 kg, so dass 100 kg Einsatz geliefert haben:

62,26 kg Gusswaaren,
29,93 „ Tümpel und Ausschuss,

zusammen 92,19 kg Producte,

so dass Abbrand und Verlust sich auf 7,81 Proc. beliefen.

Der Kohlenverbrauch berechnet sich:

pro 100 kg Einsatz auf 48,5 kg,
„ 100 „ Gusswaare „ 78,0 „ [1])

Man würde also den Betrieb falsch beurtheilen, wenn man bei der Menge Nebenproducte nur die letzte Ziffer in Betracht zöge, welche ja nur haushälterisch kaufmännischen Werth hat.

Berücksichtigt man bei der Betrachtung des Flammofenbetriebes in Gleiwitz die verschiedenen Klassen von mit seiner Hülfe dargestellten Fabrikaten und die dazu angewandten Materialien, so ergeben sich interessante Betriebsresultate, welche auch für andere Werstätten, die ähnliche Ziele verfolgen, nicht ohne Interesse sind.

Fasst man zunächst den Walzenguss ins Auge, so ist anzuführen, dass man hierbei in Gleiwitz vielerlei Material, worunter gewöhnlich ein Drittel strengflüssiges graues Holzkohlenroheisen und ein

1) Die Ziffern sind, obschon günstiger, doch auch richtiger als die in den ersten Auflagen berechneten, wo das Kohlengewicht zu gross angenommen worden war.

Drittel bereits im leicht halbirten Zustande befindliches Material in der Form von Walzenköpfen, Tümpeleisen u. s. w. sich befand, anwandte, dass aber natürlich die Grösse und das Gewicht der Walzen diese Verhältnisse vielfach änderten, wie weiter unten unter der Ueberschrift Walzenguss im zweiten Haupttheil des ganzen Abschnittes ausführlicher noch gezeigt werden soll.

Es genügt deshalb an dieser Stelle, die Verhältnisse des Gusses von Feineisenwalzen mit je 500—550 kg, dann den Guss von Stabeisenwalzen mit je 2000—2500 kg und endlich den Guss schwerer Blechwalzen mit je 4500—6000 kg und mehr Rohgewicht zu unterscheiden.

Für ganz schwere Walzen, wie sie die moderne Walzkunst zur Herstellung von Flusseisenfabrikaten braucht, gehen selbstredend die Gewichtsziffern noch viel weiter.

Was zunächst die Feineisenwalzenabstiche anbetrifft, so wurden in dem betreffenden Betriebszeitraume 23 Walzen in 6 Abstichen aus zusammen 14 800 kg Einsatz und etwa 1300 kg Nachguss (aus dem Cupolofen) hergestellt und ergaben bei 49 Gemässtonnen (0,22 cbm à 700 kg pro Cubikmeter) à 154 kg oder 7546 kg Steinkohlenverbrauch 12 900 kg Gusswaaren neben 2050 kg Tümpeleisen.

Auf die Zusammensetzung der einzelnen Chargen, welche in dieser Hinsicht sehr verschieden von einander waren, wird bei der speciellen Betrachtung des Walzengusses noch näher einzugehen sein.

Obige Mengen ergeben nachstehende Verhältnisszahlen:

Es erforderten 100 kg Einsätze rund 51 kg Kohlen und ergaben (nach Abzug des Nachgusses):

	78,4 kg	Gusswaaren,
	13,8 „	Tümpeleisen,
im Ganzen	92,2 kg,	
mithin	7,8 „	Abbrand.

An mittleren Walzen, früher als Grobeisen- oder Stabeisenwalzen bezeichnet und bekannt, sind in der gleichen Betriebsperiode wie vorstehend 34 Stück in ebensoviel Abstichen dargestellt worden.

Zu ihrer Herstellung sind verbraucht worden:

	49 150 kg	Roheisen,
	44 250 „	Abfälle,
im Ganzen	93 400 kg	und 5900 kg Cupolofennachguss.

An Kohlen sind verfeuert worden 292,5 oberschlesische Gemässtonnen oder 45 045 kg (s. oben) und es fielen an Producten:

86 357,5 kg	Gusswaaren,
7 900 „	Tümpel,
2 250 „	Bruch oder Ausschuss.

Auch hier waren die einzelnen Einsätze sehr ungleich zusammengesetzt, worauf später zurückzukommen sein wird.

Obengenannte Mengen ergeben folgende Verhältnisszahlen:

Es erforderten 100 kg Einsatz (ohne Nachguss wie oben) rund 48 kg Kohlen und ergaben (nach Abzug des Nachgusses):

	86,1 kg	Gusswaaren,
	10,8 „	Abfälle,
im Ganzen	96,9 kg,	
mithin nur	3,1 „	Abbrand.

Der Unterschied in den Ergebnissen der Schmelzen für kleine und grosse Walzen würde noch grösser sein, hätte man nicht auch für Erstere thunlichst grosse Ladungen dadurch möglich gemacht, dass man immer mehrere Walzen (3—4 wenigstens, oft auch mehr) aus einem Ofen abstach. Dass man aber noch nicht weit genug ging, beweist noch immer der Unterschied des Kohlenverbrauches.

Die Darstellung von schweren Blechwalzen ergab für zwei Stück derselben, in zwei Doppelabstichen, folgende Betriebsverhältnisse.

Es wurden zu diesem Zwecke eingesetzt:

2 100	kg	Cokesroheisen,
4 000	„	Holzkohlenroheisen,
1 500	„	Tümpeleisen,
4 400	„	Walzenköpfe,
zusammen 12 000	kg	

und bei 36 Gemässtonnen zu 154 kg oder zusammen 5544 kg Kohlen in vier Ladungen eingeschmolzen; es sind zum Nachgiessen 600 kg Cupolofeneisen verwendet und an Producten 10350 kg Guss und 1850 kg Tümpeleisen gewonnen worden.

Die technischen und haushälterischen Ergebnisse berechnen sich aus diesen Angaben wie folgt:

Es ergaben 100 kg Einsätze (ohne Hinzurechnung des Nachgusses),

81,85	„	Guss (nach Abzug des Nachgusses),
15,40	„	Tümpeleisen, also
im Ganzen 96,65	kg,	

so dass der Abbrand und Verlust sich auf nur 4,35 Proc. des Flammofeneinsatzes beläuft.

Der Kohlenverbrauch stellt sich dagegen so, dass

100 kg Einsatz	im Flammofen	46,2 kg	Kohle,	
100 „ Producte	„ „	47,8 „	„	
100 „ Gusswaaren	„ „	56,8 „	„	erforderten.

Man erkennt sofort den Einfluss grösserer Abstiche schon bei diesem älteren, aber sehr gut geführten Betriebe. Mehr dürfte sich mit gleichgrossen Einzelabstichen und ähnlichem Brennstoff auch jetzt kaum leisten lassen.

Um den Vergleich zwischen der Darstellung mehr oder minder halbirter und der rohgrauer Waare zu ermöglichen, folgen hier noch einzelne Betriebsergebnisse eines Flammofens mitgetheilt, welcher bei dem Lehmformhause des gedachten Werkes in häufigem Betriebe stand.

Die dargestellten Gegenstände waren vorwiegend Pattinsonirungskessel von ca. 750 kg Gewicht, Arseniksublimirkessel, Glühtöpfe für Draht, Reinigungsgefässe und Retorten für Gasanstalten, Rohre von bedeutenderem Durchmesser, Wasserhaltungssätze, endlich Maschinentheile, Dampf- und Pumpencylinder, Strassenwalzen u. s. w.

Es war also schwächerer und stärkerer Guss vertreten; beide aber mussten, der eine der Dichtigkeit und Nichtpermeabilität, der andere der späteren Bearbeitung wegen, aus gleichartigem guten Eisen hergestellt sein und durften weder mit Ueberhitzung, noch mit mattem Material gegossen werden. Der Flammofen wurde deshalb sorgfältig besetzt und stets scharf befeuert, um den Guss recht warm und gleichmässig zu erhalten.

Die Betriebsnachweise eines ganzen Jahres ergaben die Verwendung von . 168 350 kg Cokesroheisen,

	168 350 kg	Cokesroheisen,
	1 800 „	Holzkohlenroheisen,
	51 000 „	Brucheisen,
	70 250 „	Tümpeleisen,
im Ganzen	291 400 kg	Einsätze,

welche Menge in 118 Schmelzungen mit 1055 Gemässtonnen zu 154 kg = 162 470 kg Kohle verarbeitet wurde, und

	189 897 kg	Gusswaaren,
	15 100 „	Brucheisen,
	62 000 „	Tümpeleisen,
im Ganzen	266 997 kg	Producte ergab.

Hiernach gaben 100 kg Einsatz, unter besonderer Berücksichtigung des Cupolofennachgusses, der den Producten bei der Verlustermittlung abgezogen wird, nachher aber unberücksichtigt bleiben musste, an Producten 90,3 kg, also 9,7 kg Verlust, mithin weit mehr, als bei dem Walzengusse sich berechnete.

Diese Producte bestanden aus 64,2 kg Gusswaaren,
5,1 „ Brucheisen,
21,0 „ Tümpeleisen, und erforderten zu ihrer Darstellung 60,8 kg Steinkohlen.

Die Betriebsergebnisse dieser Gruppe von Flammöfen stehen in einem gewissen Gegensatze zu den vorher mitgetheilten desselben Werkes; sie lassen sich aber durch die Annahme erklären, dass graues weiches und vielleicht etwas strengflüssigeres Roheisen, zu kleineren Güssen verwendet, wie sie hier vorherrschend vorkommen, im Flammofen mehr Scharffeuer und eine längere Schmelzzeit beansprucht, deshalb auch wohl mehr an Metall einbüsst.

Aus dem Mitgetheilten kann man ableiten, dass der bestgeleitete Flammofen für schwachen Guss immer schlechtere Resultate bezüglich der Haushaltssätze geben muss, als der Cupolofen.

Die vorstehenden Notizen werden vervollständigt durch nachstehende Zahlen aus dem Etatsjahre 1892/93, welche, ohne die einzelnen Productionszweige besonders zu berücksichtigen, den gesammten stattgehabten Betrieb der Flammöfen umfassen.

Es wurden verschmolzen:

Gleiwitzer Roheisen	31 750 kg
Englisches „	6 950 „
Schottisches „	5 500 „
Brucheisen	76 750 „
Verlorene Köpfe von Gussstücken, aus Ferrosilicium-Beschickung in Ibrügger'schen Oefen herrührend	11 000 „
Alte Walzen	7 450 „
Eingüsse	6 000 „
im Ganzen	145 400 kg
und wurden erzielt	126 794 „

oder 87,20 Proc. Gussstücke.

100 kg Gusswerk erforderten 48,70 kg Steinkohle.

Diese Werthe sind, was namentlich das Gusswaarenausbringen anlangt, nur annähernde, da häufig grobe Gussstücke unter Mithülfe der Cupolöfen gegossen werden und dieser Zuschuss an Eisen dem Ausbringen zu gute kommt und eigentlich dem Flammofeneinsatze zugerechnet werden müsste.

Der Flammofenbetrieb der Saynerhütte, früher des Kanonengusses wegen in grosser Ausdehnung betrieben, zuletzt sehr eingeschränkt und neuerdings ganz eingestellt, ergab nach amtlichem Ausweise für zwei auf einander folgende Betriebsjahre nachstehende Verhältnisse.

Es wurden producirt:

ca.	2 500	kg	Lehmguss,
„	7 500	„	Kastenguss (Masse),
„	10 000	„	Herdguss,
über	30 000	„	rohe zum Abdrehen gelangende Gegenstücke,
also ca.	50 000	kg	Producte überhaupt.

Es berechnete sich bei ihrer Darstellung der Eisenabbrand auf 8,62 Proc., der Kohlenverbrauch auf die enorme Höhe von 89,81 kg pro 100 kg Gusswaare, wonach entweder eine ebenso bedeutende Nebenproduction an Tümpeleisen wie in Gleiwitz oder ein durch die Construction der Oefen veranlasster bedeutender Mehrverbrauch an Kohlen stattgefunden haben muss. Es ist das Letztere zu vermuthen, weil der üblichen Rechnungsmethode nach die Ziffer des Abbrandes höher erscheint, als sie bei vielfacher Benutzung von Tümpeleisen sein würde. Man sieht, dass das Roheisen direct auf die Gusswaare bezogen wurde, und dass also der Kohlenverbrauch, der pro 100 kg Guss 89,81 kg betrug, pro 100 kg Einsatz nicht weniger als 82 kg ausgemacht haben dürfte.

Eine Garantie für die Richtigkeit dieses letzteren Resultates lässt sich hinterher füglich nicht übernehmen, und es liegt hier abermals ein Beweis vor für die Nothwendigkeit, neben der rein kaufmännischen Auffassung eines Betriebes in allen Fällen noch eine auf die gemachten Einsätze des Ofens bezogene Productions- und Verbrauchsrechnung aufzustellen.

Ganz besonders ist dieses bei dem in Einzelcampagnen oder -Chargen arbeitenden Flammofen nothwendig und zulässig, da sich alle Producte genau bestimmen und dem Einsatze gegenüber stellen lassen.

Der Flammofenbetrieb auf der Geschützgiesserei zu Spandau, welcher, so weit er auf Eisenguss sich bezieht, vorwiegend in den kleineren Oefen à 67 kg Einsatz (vergl. Bd. I, Taf. XIV, S. 628) stattgefunden hat, ergab bei einem mit grösster Sorgfalt ausgeführten Probeschmelzen für ein 12pfündiges Kanonenrohr nachstehende Resultate.[1])

Der Einsatz bestand aus:

	1 473,0	kg	Roheisen in 19 Masseln,
	982,0	„	Tümpeleisen in 14 Masseln,
zusammen	2 455,0	kg,	

und war das angewandte Roheisen ein kohlearmes strengflüssiges Product der Saynerhütte und angeblich bei Holzkohlen erblasen.

1) Für dieselben sind, wie auch für Beschreibung und Zeichnung der Oefen in Spandau die Mittheilungen von Wiebe in seinem Skizzenbuch Heft X, Blatt 4 u. 5 benutzt worden.

Das Anheizen des Ofens erforderte 400 kg Kohlen und $1\frac{1}{2}$ Stunde Zeit, wonach 3 mal mit 10 Minuten Pause je 50 kg Kohle aufgegeben wurden, so dass nach Verlauf von 1 Stunde 50 Minuten 550 kg Kohlen consumirt worden waren.

Dann erst erfolgte das Einsetzen und nach 25 Minuten abermals eine Aufgabe von 50 kg Kohle, welche von nun ab alle 10 Minuten wiederholt wurde.

Der Flammofen wurde während 5 Stunden 25 Minuten mit zusammen 1550 kg in 24 Aufgaben unter regelmässigen Schürpausen von 10 Minuten geheizt und es dauerte das eigentliche Schmelzen 2 Stunden 21 Minuten. Das Eisen wurde, nachdem es in den flüssigen Zustand übergegangen war, 55 Minuten stehen gelassen und es erfolgte der Abstich nach 3 Stunden 16 Minuten.[1]) Die Temperatur wurde mittelst einer von Schott in Ilsenburg früher angegebenen Methode der Wassererwärmung gemessen und berechnet; sie stellte sich hiernach auf etwa 1777° Réaumur oder über 2221° Celsius, ein Resultat, das der Wirklichkeit nicht entspricht, und dessen Unrichtigkeit der angewandten, jedenfalls unvollkommenen Methode zuzuschreiben ist.

Das Gewicht der Producte betrug:

Kanonenrohr	2182 kg
Gussüberschüsse	166,5 „
Schaleneisen	53 „
zusammen	2401,5 kg.

Daraus berechnet sich ein Verlust von 53,5 kg oder 2,18 Proc. des Einsatzes; der Kohlenverbrauch stellt sich auf 63,1 kg pro 100 kg des eingesetzten Materials, zeigt also schon bei diesem wenig umfänglichen Versuch, von wie grossem Einfluss die Benutzung des glühenden Ofens, die Anwendung regelmässiger Schürpausen und sorgfältig zerkleinerten, in passende Form gebrachten Schmelzmaterials sein können.

Der Flammofenbetrieb auf der Königin Marienhütte bei Zwickau (Bd. I, Taf. XV, S. 637) wurde vorherrschend nur zur Darstellung grober Güsse, vorzüglich von Walzen, benutzt und ergab folgende Betriebsresultate:

Der Ofen wurde zunächst ausgewärmt und erst im glühenden Zustande besetzt; der Einsatz bewegte sich zwischen 2500 und 4000 kg, und jedes Schmelzen, das circa 4 Stunden dauerte, erforderte circa 2500 kg gute Steinkohlen aus dem nächsten Reviere. Dieses Quantum ist, wenn man die Vortheile des vorherigen Anwärmens und der Sohlenheizung, die der Ofen hat, in Anrechnung bringt, ein ziemlich bedeutendes und kann lediglich durch die bekannte Beschaffenheit der dortigen Kohlen überhaupt erklärt werden.

Infolgedessen berechnete sich der Kohlenaufwand pro 100 kg Guss fast immer auf 80 kg, der Eisenabgang dagegen auf 8,75 Procent. Das Verhältniss der Nebenproducte war nicht angegeben, aber es war zu vermuthen, dass keine Aufstapelung wie in Gleiwitz u. a. a. O. stattfand,

1) Für dieselben sind, wie auch für Beschreibung und Zeichnung der Oefen in Spandau, die Mittheilungen von Wiebe in seinem Skizzenbuch Heft X, Blatt 4 u. 5, benutzt worden.

sondern eine vollständige Wiederverwendung und eine directe Beziehung des Roheisensatzes zur Gusswaarenproduction.

Die Qualität des Gusses war stets sehr gut und es wurden vorwiegend strengflüssigere Roheisensorten zur Besetzung für Walzenguss genommen, häufig eine Mischung von halbirtem, sehr festem rheinischen Eisen und schottischem Grobkorn, wobei indess das Letztere wesentlich zurückstand.

Steirische Flammöfen.

Der Flammofenbetrieb zu Mariazell in Steiermark fand mit Hülfe von bei 36° gedörrtem Holze statt und geschah theils in gestreckten, theils in vertieften Oefen (Bd. I, S. 628). Nach älteren, von Rossiwall gemachten Mittheilungen werden die Oefen mit etwa 300—600 kg schweren, in parallelepipedische Form gebrachten Geschützflossen besetzt, die auf Porzellanziegel gelegt und in 4—5 Stunden herunter geschmolzen werden.

Ein damals besonders namhaft gemachter Guss ergab:

Einsatz 5148 kg Roheisen,

Brennstoff 7,635 Wiener Klafter Brennholz von 36° Trocknung;

daraus erfolgten 4297,5 kg Gusswaaren,

505 „ Tümpeleisen,

so dass sich 92 Proc. Ausbringen und 8 Proc. Abbrand herausrechnen, ohne dass, wie in Spandau, das Schaleneisen berücksichtigt worden wäre.

Der Brennstoffverbrauch war auf den Guss, d. h. 4297,5 kg bezogen, 0,176 österr. Klafter zu ungefähr 0,6 cbm lufttrockenen Nadelholzes, dessen Gewicht kaum höher als 200—250 kg veranschlagt werden kann, so dass mithin 100 kg Guss 120—150 kg Holz erfordert haben würden.

Wie misslich solche Gewichtsberechnungen nach Maassen und unter Annahme von abgerundeten Gewichtssätzen zeigt der Vergleich der hier gefundenen Ziffer mit früher oder anderweit ermittelten.

Karsten giebt z. B. (Bd. III, S. 394) an, dass man auf den württembergischen Eisenhütten den Brennstoffverbrauch pro 100 preuss. Pfd. Einsatz auf 6,5 Cubikfuss oder 130 Pfd. trockenen Nadelholzes berechne, also 130 kg pro 100 kg.

Ausser mit Holz feuerte man früher und noch jetzt in Steiermark mit Braunkohlen; die Flammöfen zu Zeltweg bedienten sich beispielsweise der Fohnsdorfer Kohlen und ergaben (ebenfalls nach Rossiwall's Mittheilungen):

10 Proc. Abbrand und 110 kg Kohlenconsum pro 100 kg Gusswaare.

Zu St. Gertraud (Kerl, a. a. O. III, S. 380), wo die Ofengase durch Windzuleitung verbrannt werden, stellen sich die Resultate günstiger; man verbraucht pro 100 kg Guss nur 75 kg Braunkohlen.

Schwedischer Flammofenbetrieb.

Auf der hauptsächlich mit Kanonenguss beschäftigten Eisengiesserei zu Finspong in Schweden hat man, wie in Mariazell, zweierlei Oefen im Betriebe gehabt und bediente sich derselben abwechselnd.

Es waren 4 Oefen mit gestrecktem Herd, sogenannte französische Oefen zu 4000—4500 kg Einsatz vorhanden und 2 ame-

rikanische Oefen, mit vorgerücktem Sumpf und Einsatzgewölbe (s. Bd. I, S. 640), zu über 15 000 kg Einsatz, deren Resultate nach den Notizen des damaligen Director Unger sich ungefähr folgendermaassen stellten:

Die französischen Oefen, vor Alters nach den Mustern von Ruelle u. s. w. erbaut, wurden im Maximum mit 4500 kg besetzt und schmolzen diese Charge in 3 Stunden bei circa 2500 kg Kohlen vollständig flüssig ein, wobei ein kurzes Verweilen in voller Gluth mit eingerechnet ist.

Die amerikanischen Oefen, nach den Oefen von Fort Pitt und Westpoint-Poughkeepsie erbaut, fassten im Maximum 16 000 kg Einsatz und schmolzen denselben in 6 Stunden mit Anwendung von circa 5000 kg Kohlen ein; nach vollbrachter Schmelzung wurde der Ofen kurze Zeit stehen gelassen.

Im Allgemeinen war der Abbrand oder Eisenverlust immer auf circa 7 Proc. ermittelt worden; der Kohlenverbrauch stellte sich dagegen nach obigen Angaben auf etwa

$^1/_2$ des Eiseneinsatzes bei den französischen,
$^1/_3$ desselben bei den amerikanischen Oefen,

woraus der unleugbare Vorzug der letzteren, abgesehen von günstigeren Dimensionsverhältnissen, hervorgeht.

In einem bestimmten Falle wurden zum Guss eines grossen Geschützes 4 Flammöfen mit zusammen 41 100 kg Roheisen besetzt; 2 französische Oefen hatten je 4550 kg und die amerikanischen je 16 000 kg Einsatz erhalten.

Die Schmelzzeit betrug für die ersteren 4 Stunden, für die letzteren 8 Stunden, und es wurden in dieser Zeit für die französischen Oefen etwa 4090 kg, für die amerikanischen Oefen etwa 9922,5 kg bester Newcastler Steinkohlen verbrannt.

Es erforderten mithin:
in den französischen Oefen 100 kg Eisen circa 45 kg Steinkohlen,
„ „ amerikanischen „ 100 „ „ „ 31 „ „
zum Schmelzen und Flüssigerhalten.

Bei dem schwedischen wie auch bei anderem festen oder zähen Geschützroheisen, das bekanntlich sehr strengflüssig ist und ausserordentlich leicht frischt, also in schmauchender Flamme, anfangs wenigstens, eingeschmolzen werden muss, stellt sich überhaupt der Kohlenverbrauch an sich um bis 10 Proc. höher als bei sonst weichem, zum Flammofenguss geeignetem Material.

Französische Flammofenbetriebe.

Die Resultate französischer Flammöfen, wie sie früher von Guettier mitgetheilt wurden, beziehen sich meist nur auf Constructionen mit gestrecktem Herd.

Bei der Schilderung des Betriebes wird vorzugsweise die Wartung des Rostes betont und auch hier darauf aufmerksam gemacht, dass die Speisung des Feuers rasch und genügend erfolgen müsse. Zur Unterhaltung einer lebhaften Verbrennung sei es erforderlich, im Falle die angewandten Kohlen viel Cinder geben, den Rost von Zeit zu Zeit mit

einem Haken aufzustören, um das Durchfallen der todten Cokes zu veranlassen.

Indessen vermeidet man diese nicht ökonomische Aushülfe am besten durch regelmässiges und sorgsames Aufgeben, das im Anfange in kleineren Portionen und von 10 zu 10 Minuten zu geschehen hat; ist der Ofen erst einmal gehörig in Gluth, so kann man mehr und in grösseren Pausen aufschütten.

Als Fingerzeig für die Führung des Feuers giebt Guettier die Art der Flammenerscheinung auf der Esse an, die nur wenig, aber gleichmässig und stetig vorhanden sein muss, niemals aber intermittirend und ungleich auftreten darf.

Die Schmelzzeit beläuft sich nach den dortigen Erfahrungen auf 2—5 Stunden für 700—3000 kg Einsatz.

Ebenso veränderlich ist nach dem Verfasser der Verlust und die Schaleneisenbildung beim Schmelzen, welche theils von der Eisenqualität, theils von der Ofenconstruction abhängen.

Wenn wenig Schaleneisen gebildet wird, so nähert sich nach Guettier seine Zusammensetzung der des Hammerschlags[1]), wogegen bei stärkeren Schalen dieselben meist aus gefrischtem Eisen bestehen, das sich an den Boden des Metallbades angesetzt hat. Je reicher ein Eisen an Graphit und Kohle, sowie an Silicium ist, um so weniger ist die Schalenbildung zu befürchten, weil diese Stoffe das Vorhandensein von gefrischtem Eisen verzögern, bis die Schmelzung eingetreten und die Einwirkung der Ofengase beschränkt worden ist.

Die dunkelgrauen Roheisensorten geben, namentlich in mittelgrossen Stücken, am wenigsten Schaleneisen, dessen Production im günstigsten Falle bis über 10 Proc. steigen kann.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate mehrerer Schmelzungen in einem Flammofen mit gestrecktem Herd, der mit Steinkohlen von Mons gefeuert wurde; das französische Roheisen war von dem Hochofen von Fourchambault.

Nr. der Schmelzen	Materialien					Producte				
	Roheisen				Kohlen					
	Englisches	Französisches	Einguss und Bruch	Summe		Güsse	Einguss und Bruch	Schalen	Verlust	Summe
1.	1200	800	—	2000	1000	1760	100	26	114	2000
2.	1200	1000	—	2200	1000	1811	120	60	209	2200
3.	1300	700	—	2000	1000	1700	150	50	100	2000
4.	1100	500	300	1900	900	1525	170	110	95	1900
5.	1000	500	520	2020	980	1700	110	90	120	2020
6.	600	600	500	1700	900	1183	345	72	100	1700
7.	1000	500	500	2000	1000	1650	110	120	120	2000
	7400	4600	1820	13820	6780	11329	1105	528	858	13820

1) Dies ist jedenfalls so aufzufassen, dass die Schalen dann weniger aus metallischem Eisen als aus Hammerschlag (Oxydoxydul) bestehen.

Man bemerkt, dass Nr. 4, 5, 6, 7, bei welchen Chargen bereits umgeschmolzenes Roheisen in Form grober Eingüsse und Tümpeleisen angewandt wurde, mehr Schaleneisen geben, als die ersten drei Absticheм; der grosse Verlust bei Nr. 2 liegt an einer unvorhergesehenen Verzögerung in der Fertigstellung der Formen selbst.

Der Durchschnitt sämmtlicher Chargen ergiebt, auf den Einsatz bezogen:

6,93 Proc. Verlust,
3,38 „ Schaleneisenbildung

und einen Kohlenverbrauch von 490 kg Steinkohlen pro 1000 kg Einsätze, also 49 Pfd. pro 100 Pfd., ein Resultat, das sowohl mit den Gleiwitzer Oefen als auch mit den meisten anderen ganz gut übereinstimmt.

D. Betrieb der Flammöfen mit Gasfeuerungen.

Wenn es auch unbestreitbar ist, dass der Gebrauch von Gasflammöfen in den Eisen- und Metallgiessereien gegen die täglich steigende Verwendung derselben in eigentlichen Stahlwerken noch sehr zurücksteht, da nicht immer die zu ihrem Gebrauche günstigen Bedingungen gegeben sind, so ist es doch an dieser Stelle erforderlich, etwas über den Betrieb derselben zu sagen.

Sie setzen, wie allgemein bekannt, einen möglichst continuirlichen Betrieb voraus, bis zu einer Ofenreparatur und damit zu einer Betriebsunterbrechung die Veranlassung vorliegt, sind auch in der Anlage kostspielig und eigentlich nur von Nutzen bringend, wo ein nicht anderer verwerthbarer, sehr billiger Brennstoff vorhanden ist, oder wo es sich, wie bei der Stahlgiesserei und der Giesserei aus reinem Eisen, um sichere Erzielung ungewöhnlicher Temperaturen handelt.

Wenn der Verfasser daher im Bd. I, S. 642 u. ff. Einiges über Bau und Einrichtung der Gasfeuerungen gebracht und auch Darstellungen der hauptsächlichsten Constructionen gegeben hat, so ist dies mehr zur Anregung und Orientirung der Giesser als in Anerkennung einer bereits weitverbreiteten Praxis geschehen.

Wohl der meiste Stahlfaçonguss wird heutzutage noch aus Tiegeln, seltener aus Herd- oder Flammöfen mit Gasfeuerungen gegossen, und daher sind maassgebende Resultate im Ganzen wenig bekannt.

Es wird daher oft nur übrig bleiben, die Resultate continuirlich betriebener Gasöfen anzuführen, deren ziffernmässiger Ausdruck auch für Gusswaarenherstellung ein erstrebenswerthes Ziel darstellen dürfte, indem auf continuirlichen Betrieb wohl hingearbeitet werden muss, will man mit anderen Schmelzprocessen einigermaassen concurriren. Dann kann selbst der Kleinbetrieb Nutzen gewähren, namentlich in solchen Fällen, in denen hohe Temperaturen unumgänglich nothwendig sind und der Tiegelofenbetrieb nicht mehr ausreicht.

Insoweit ältere und bemerkenswerthe Constructionen bedeutungsvolle Resultate ergeben haben, werden sie genannt und darauf hingewiesen werden. Vor den neuen haben diese älteren Versuche und Betriebe oft die Gründlichkeit voraus, und dann gestatten sie, ohne die Behandlung weitschweifig zu machen, wie manche jüngere Kritiker sich einbilden, eine sehr werthvolle Uebersicht des Ganges der Entstehung und Weiterentwicklung.

Aelteste Gasfeuerung zu Giessereizwecken.

Einer der ältesten für Giessereizwecke angewandten Gasflammöfen ist der von Eck in Königshütte O/S. construirte, zum Feinen des Roheisens für Puddelzwecke ursprünglich bestimmte Apparat, dessen Abbildung und Beschreibung zuerst in Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 17 u. 20 durch den Erfinder erfolgte, während von Brand in Gleiwitz zuerst auf die Verwendung des Ofens im Giessereiwesen hingewiesen wurde.

Aus der Nothwendigkeit hervorgegangen, für den oberschlesischen Puddelbetrieb einen den dortigen Brennstoffqualitäten besser entsprechenden Ersatz des englischen Feinfeuers, das harte Cokes verlangte, zu erlangen, war der neue Ofen nur bestimmt, mit gasreichen Kohlen, welche in einem Generator ohne Rost, aber mit Windzuführung verbrannt wurden, graues Roheisen auf einem Herde einzuschmelzen und zu feinen, d. h. zu entsiliciren und weiss zu machen.

In diesem Sinne hat ihn der Verfasser auch in seinem Werke: Anlage und Betrieb der Eisenhütten Bd. III, S. 71 u. 362 besprochen und daselbst auf Taf. III abgebildet.[1]

Der erste Betrieb erfolgte mit kleinen Einsätzen (900—1000 kg) und erforderte erhebliche Brennstoffmengen, welche Eck selbst zu $1\frac{1}{2}$ Cubikfuss pro 100 Pfd. Product oder $82\frac{1}{2}$ Proc. angiebt.[2]

Später ermässigte sich bei erheblich gesteigertem Betriebe dieser Verbrauch um ein Drittel, ging also auf 55 Proc. des Productes zurück, nachdem inzwischen die Einsätze auf 30—40 Ctr. = rund 1500 bis 2000 kg gesteigert worden waren.

Die Ziffer war immerhin eine sehr hohe, weil die Hitze des Ofens, allem Anscheine nach, nicht recht ausgenutzt worden ist, weder der Wärmemenge, noch der Temperatur nach. Nach Eck's Andeutungen wäre die Hitze für Stahlschmelzung zu brauchen gewesen, eine Aufgabe, an die damals allerdings wohl kaum gedacht worden ist.

Von Interesse mit Rücksicht auf die letzte Beziehung ist die Nachricht, dass man im Eck'schen Ofen auch mit Erzzusätzen Eisen raffinirt hat.

Es wurden verarbeitet 10408 Ctr. 15 Pfd. Roheisen zu 9380 Ctr. Reineisen unter Anwendung von 310 Ctr. 55 Pfd. Brauneisenstein und 2440 t (à $7\frac{1}{9}$ Cubikfuss) Kohlen.

Es wurden verbraucht 3,6 Pfd. Eisenerz per 1 Ctr. Reineisen und 1,8 Cubikfuss Steinkohlen, mithin mehr als oben angedeutet.

Für den gewöhnlichen Reineisenbetrieb giebt Eck andere Verhältnisse an.

Es wurden verarbeitet 16614 Ctr. 55 Pfd. Roheisen und daraus 15456 Ctr. 55 Pfd. Reineisen erzielt, also rund 93 Proc.

1) Man hat dies von Seiten der Kritik als eine Art Anachronismus behandelt, ohne zu bedenken, dass sich im industriellen wie im öffentlichen Leben die Dinge spiralig entwickeln und besonders gleiche Grundsätze der Auffassung und Behandlung periodisch wiederkehren, wo dann die verschiedene Ausdehnung und Intensität die ursprünglichen Resultate verändert hat.

2) Eck giebt das Gewicht dieser Kohlen mit 65 Proc. Rückstand und 2—3 Proc. Asche auf 55 Pfd. an.

Es wurden verbraucht 145 Ctr. Kalkstein und 3077 t Steinkohlen, so dass auf 1 Ctr. Reineisen 1 Pfd. Kalkstein und nur 1,4 Cubikfuss Steinkohlen nothwendig gewesen sind.

Der Roheisenabgang war daher um 2,8 Proc. geringer und an Kohlen sind nahezu $^1/_2$ Cubikfuss weniger pro Centner Reineisen verbraucht worden.

Der Unterschied, der für die Lehre des basischen und Erzverfahrens im Siemensofen nicht ohne Interesse ist, wird von Eck selbst der im ersten Falle stärkeren Schlackenbildung mit höherem Erzgehalt zugeschrieben.

Aus den sonstigen Mittheilungen geht hervor, dass man in der Lage war, in diesem mit Windzuführung auf das Eisenbad, ähnlich wie ein englischer Kupferraffinirofen, arbeitenden Apparate sehr hohe Temperaturgrade zu erzielen, aber mit der Windzuführung sich stets der Gasbildung im Generator anpassen musste.

Die Verwendung des Reineisens aus dem Eck'schen Ofen in Königshütte zu Giessereizwecken ist, wie erwähnt, zuerst von Brand angeregt worden, nachdem Brechversuche u. s. w. die hohe Festigkeit des Königshütter Reineisens dargethan.

Es betrug die Festigkeit gegen das Zerbrechen für Stücke von

	50 mm Quadrat stehend gegossen	50 mm Quadrat liegend gegossen	60 mm Quadrat stehend gegossen	60 mm Quadrat liegend gegossen
aus Roheisen unmittelbar vom Hochofen	412 Pfd.	450 Pfd.	712 Pfd.	764 Pfd.
Roheisen im Cupolofen umgeschmolzen	463 „	481 „	847 „	823 „
Königshütter gereinigtes Eisen mit Zusatz von dichtem groben Roheisen .	698 „	745 „	1086 „	1153 „
feinkörniges halbirtes Reineisen . .	744 „	774 „	1268 „	1401 „

Diese Werthe werden nur angeführt, um die Wirkung des Feinens auf die Festigkeit des damaligen Roheisens darzulegen, welches an sich eine etwas höhere Festigkeit besass, als man sie heute am Hochofenproduct zu beobachten Gelegenheit hat.

Später hatte der Verfasser Gelegenheit, den Eck'schen Ofen in Gleiwitz zu beobachten, wo er zum Einschmelzen und Verändern von verschiedenem Gussschrot benutzt wurde, aber nicht in fortdauerndem Betriebe war.

Die Leistungen befriedigten nicht und namentlich steigerte sich die Strengflüssigkeit des Satzes sehr leicht durch eintretendes Frischen, so dass man ausserordentlich aufpassen musste, um keine Ansätze oder Sauen zu bekommen. Die Schlacke war dabei zu einer vollkommenen Frischrohschlacke geworden und legte von der stark oxydirenden Wirkung Zeugniss ab.

Der Eindruck dieses vorübergehenden und nachweislich letzten Betriebes des Ofens war der, dass der Apparat schwer zu behandeln sein musste und für currenten Betrieb wenig Vortheil bot.

Nächst dem Eck'schen Feinofen entwickelten sich nur wenige Formen von Gasöfen unter directer Berücksichtigung der Benutzung zum Giessereibetriebe, obschon derselbe von der damals 1850—1860 besonders in Oesterreich hervorgetretenen Bewegung im Gasfeuerungswesen nie ganz ausgeschlossen geblieben sein mag.

Manche der früher bekannt gewordenen Gussflammöfen für die Verwendung von Holz-, Torf- oder Braunkohle waren nach Lage des Rostes

sowie noch anderer Kennzeichen mehr oder weniger Uebergänge des gewöhnlichen Flammofens zum Gasofen, wenn auch die besondere Luftzuführung, die den Gasofen an sich charakterisirt, nur zufällig stattfand, nicht durch besondere Anordnungen oder Einrichtungen erkennbar war.

Jede Zughemmung unter dem Roste in Verbindung mit der Freigabe von Luftzulässen über dem Rost bringt an sich schon Erscheinungen hervor, welche der Gasfeuerung nahe stehen.

Neuere Gasflammöfen.

Weitere Formen der Gasfeuerungen sind im Bd. I, S. 642 unter Hinweis auf theils typische moderne Constructionen, theils besonders der Einzelrolle angepasste Bauarten, wie z. B. der auf Taf. XVII dargestellte Flammofen für Halbgasfeuerung und leichte Brennstoffe, besprochen worden, und dürfte hier nur noch darauf hinzuweisen sein, dass seit der Niederschrift jener Zeilen sich die Benutzung einzelner Systeme vervollkommt oder gebessert hat und auch einige neue Systeme von Gasfeuerungen mit Wärmespeichern aufgetreten sind, die bei weiter greifender Benutzung der Gasöfen zur Herstellung von Gusswaaren Beachtung verdienen können.

Zuerst ist anzuführen, dass die Anwendung von Gasöfen mit abgetrennten Wärmespeichern (Bathoöfen), welche Bd. I, S. 651, Taf. XXI beschrieben und abgebildet wurden, ausgedehnte Anwendung gefunden hat, wenn auch einige andere Oefen mit untergebauten Wärmespeichern durch ihren Wettbewerb der allgemeinen Anwendung der Bathosysteme im Wege stehen.

Jedenfalls ist bei der Beurtheilung der Vorzüge oder Nachtheile derartiger Constructionen scharf zwischen integrirenden und principiell wichtigen Bestandtheilen des Systems und nebensächlichen Dingen zu unterscheiden, damit Einwendungen, welche die Letzteren betreffen, nicht auf jene bezogen werden können und umgekehrt.

Wenn die auf Eisenconstructionen aufgebauten Oefen im Herde durchbrechen und ihre Ladungen auslaufen lassen, so ist dies selbstverständlich kein schlechter Zug der isolirten Wärmespeicher oder der als Bathoröhren gekannten verbindenden Füchse oder Kanäle.

Vielmehr ist ein solcher Unfall nur ein Zeichen nachlässiger oder zu schwacher Herdausfütterung, wirkt aber im vollsten Sinne des Wortes durchschlagender und verblüffender, als wenn sich eine Ladung in dem Taf. XVIII u. XIX des ersten Bandes dargestellten Ofen modificirter Siemens'scher Bauart in dem Zwischenraume der Speichergewölbe oder der Herdunterfläche verliert.

Sicher ist jedenfalls, dass die runde Gestalt der abgetrennten Wärmespeicher bei den Bathoöfen der regelmässigen Wärmeüberführung günstiger ist als die breite rechteckige Form der in den Ofengrundriss eingeklemmten untergebauten Speicher. Auch in Bezug auf Grösse und Steinmasse ist man bei den abgetrennten Speichern ausserordentlich viel unabhängiger, während an- und untergebaute Speicher zu rasch die constructiv zulässige Grenze ihres Wachsthums erreicht haben. (Vergl. Bd. I, S. 649.)

Man hat bekanntlich aber bei verschiedenen, besonders auf Werken des Lütticher Gebietes erbauten Oefen die rechteckigen und unter dem im Uebrigen constructiv ganz unabhängigen Herdschmelzraume befind-

lichen Wärmespeicher mit dem Heizraume selbst durch besondere eingemantelte Kanäle verbunden, welche bei dem äussersten Wärmespeicher jeder Ofenhälfte aus der Schmalseite austreten, bei dem inneren Wärmespeicher derselben Hälfte aber auf der Langseite herausgehen, nach oben führen und mit einer Kröpfung wieder unter dem Gewölbe eintreten.

Am unteren Knie dieses gekröpften Weges hat man durch Verlängerung des vertikalen Stückes nach unten hin eine Art von Staubsack hergestellt, der bei dem Durchgange der verbrannten Gase von Vortheil sein soll, weil die aus Metalldämpfen, Oxyden und anderen das Constructionsmaterial stärker angreifenden Bestandtheilen sich zusammensetzenden Staubtheile der Gase auf diese Weise, wenigstens zum Theil, am besten aufgefangen werden.[1])

Eine anscheinend erhebliche Verbesserung des Ofens an sich ist durch M. Schönwälder bewirkt worden, welcher versucht hat, der ungleichmässigen Vertheilung der durch die Kammerräume ziehenden Ströme von Heizgas und verbranntem Gase durch eine entsprechende Theilung in den Kammern entgegenzuwirken, indem der Zutritt zu diesen verschiedenen Raumtheilen der Kammern nunmehr verschieden geregelt wird. (D. R. P. Nr. 55 707, Stahl u. Eisen 1892, S. 989.)

Anstatt dass, wie bei dem Siemensofen Taf. XVIII u. XIX des ersten Bandes die zur Vorwärmung eintretenden elastischen Flüssigkeiten sich am Boden mehr oder minder gut vertheilen und dann nach oben abströmen und die Steinzüge durchqueren sollen, werden sie vor dem Eintritt in jede Kammer in drei Ströme getheilt, von denen der mittlere einen grösseren Durchschnitt hat als die beiden rechts und links davon angeordneten. Jener führt unter dem Boden der vorderen Kammerhälfte fort nach der hinteren Hälfte und diese münden ebenmässig in die vordere Kammerhälfte. Um nun den Eintritt in die hintere Hälfte zu begünstigen, überhaupt die ganze Vertheilung zu regeln, sind Schieber vor dem Ofen eingesenkt, welche jeden Kanalzweig zu sperren vermögen, demselben auch jede beliebige Weiteneinstellung geben können.

Man vermag dadurch auf die gleichmässige Füllung der Speicherräume mit verbranntem Gas ebensowohl wie mit frischem Gas oder Luft einzuwirken, denn für den Herauszug der verbrannten Gase gilt dasselbe wie für den Einzug. Auch hierfür ist die Einstellung der Schieber wirksam, und kann man durch Beobachtungsöffnungen u. s. w. den Erfolg controliren, sowohl von der Ventilseite, wie von der Rückseite.

Doch nicht allein die Leitung und Vertheilung der Gase u. s. w. scheint das Ziel der Schönwälder'schen Einrichtung gewesen zu sein. Aus Darstellungen und Verhandlungen geht hervor, dass nach der erfolgten ersten Ausführung der Klappen u. s. w. an einem Ofenumbau dieselben als ein bequemes Mittel sich erwiesen, einzelne Theile des Ofens, die sonst der Abnutzung stark ausgesetzt waren, zu erhalten, d. h. ihr Anbrennen u. s. w. zu verhindern. (Vergl. die Auslassungen Dowerg's in Stahl u. Eisen 1892, S. 989.)

1) Zeichnungen dieser Oefen sind nicht bekannt geworden, doch kann sowohl vom Eisenwerke Ougrée (Société anonyme d'Ougrée), wie vielleicht von Seraing (Société Cockerill), wo dieselbe oder eine ganz ähnliche Ofenbauart zum Kanonenguss verwendet wird und wo ein weiteres sehr grosses Exemplar des Ofens zur Herstellung von ganz weichem und schweissbarem Producte (als Ersatz des Puddeleisens) in Betrieb gelangt, Näheres erfahren werden.

Diese glückliche Wirkung documentirte sich ganz besonders in der längeren Dauer der Ofenconstruction gegenüber dem gewöhnlichen Betriebe.

Der nach Schönwälder umgebaute Ofen hielt 302 Chargen und lieferte 3740 t Blöcke, während das günstigste Resultat der bisherigen Oefen 191 Chargen mit 2300 t Blöcken, das ungünstigste 68 Chargen mit 722 t Blöcken gewesen war.

Der Durchschnitt der beiden Oefen war überhaupt 147 bezw. 152 Chargen mit 1560 bezw. 1412 t Blöcken in einer Campagne oder Reise gewesen, so dass man das Resultat des neuen Ofens als ein recht gutes bezeichnen durfte.

Das Gewölbe hatte sich um $^1/_4$ Steindicke desselben durch Abschmelzen vermindert, und die Köpfe oder die Theile um die Ein- bezw. Ausmündungen herum, welche bekanntlich den meisten Grund zur Klage geben, waren weit gleichmässiger abgeschmolzen und aufgearbeitet, als dies sonst der Fall.

Dieses günstige Resultat ist dem Umstande zu verdanken, dass nach der Einrichtung von Schönwälder jeder Gas- bezw. Luftaustritt (und abwechselnd Eintritt) gewissermaassen seinen eigenen Regenerator hat, da eine jede Hälfte der getheilten Regeneratoren oder Speicher auch nur mit einem der betreffenden Ausströmungsschlitze verbunden ist.

Dadurch wird es möglich, jeden der Letzteren so mit Gas zu versorgen, wie es der Zustand der Mündung verlangt; brennen ihre Ränder stärker ab, kann man den Durchgang ganz oder theilweise durch den oder die betreffenden Schieber abstellen. (Die Vorderhälften, d. h. die den Ventilen zugekehrten Speicherräume haben je zwei, die hinteren einen Zugangskanal.)

Die eingebaute Mittelwand bot nach Dowerg noch eine andere praktische Seite, die nämlich, dass man den Herdbau darauf und auf die Umgebungswände auflegen und die Gewölbe vollkommen entlasten konnte, ein Umstand, der übrigens auch bei anderen Siemens-Martinöfen sich einrichten lässt und auch bei dem Ofen Taf. XVIII u. XIX des ersten Bandes ziemlich gut durchgeführt ist.

Eine weitere constructive Verbesserung wurde noch bewirkt und in Patent Nr. 64235 besonders geschützt, nämlich die diagonal zur Ofenlängsachse, gegenseitig also convergirend geschehene Lage der Einführungsöffnungen der Verbrennungsbestandtheile.

Dadurch erzielte man, dass der Regeneratorraum möglichst vollkommen und gleichmässig von den in den Ofen gelangenden Verbrennungsbestandtheilen einerseits, den austretenden verbrannten Gasen andererseits durchzogen werden musste.

Die mitgetheilten Skizzen Fig. 1—5 lassen ohne Weiteres die gegenseitige Lage und den Zusammenhang aller Theile erkennen. Ueber die bequeme Reparaturarbeit theilt Dowerg eine Reihe interessanter Einzelheiten mit, welche a. a. O. S. 994 nachzusehen sind.

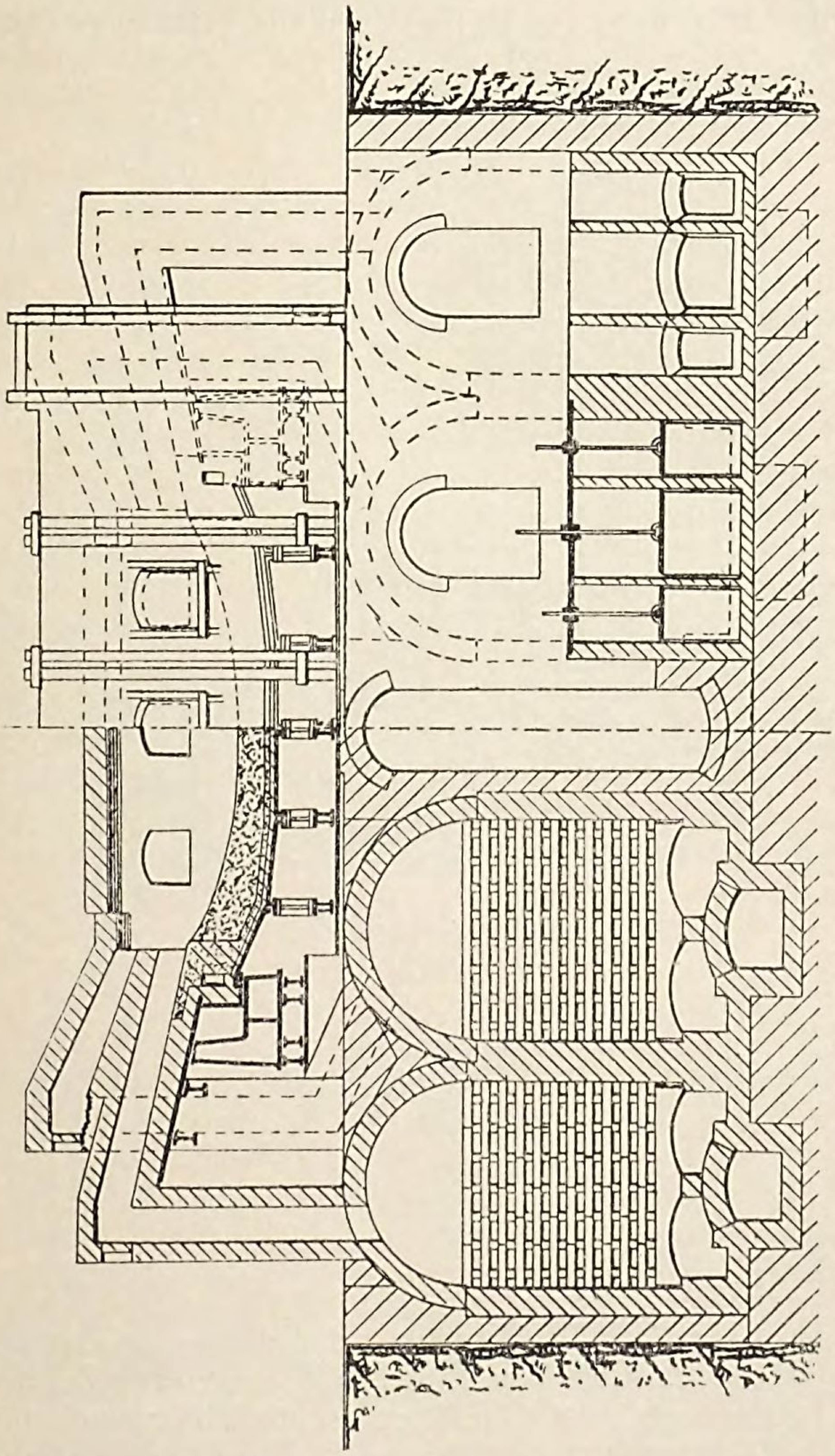
Skizze Fig. 1 (S. 91) stellt eine halbe äussere Ansicht und einen halben Schnitt nach der Längsachse dar, Fig. 2 (S. 92) den Grundriss durch die Kanäle und den Steinersatz oder Wärmespeicher, Fig. 3 (S. 93) einen Querschnitt des Ofens und der Speicher quer zur Längsachse und Fig. 4 (S. 93) einen halben Horizontalschnitt durch Herdraum und Kanäle,

endlich Fig. 5 (S. 94) das Detail eines der Absperrschieber vor den Kammerkanälen, woraus Bauart und Anordnung deutlich hervorgehen.

Merkwürdig ist noch die Fassung der Patentansprüche S c h ö n w ä l d e r's 1) Nr. 55 707 vom 21. August 1890, ausgegeben am 1. April 1891:

„Bei Siemens-Martinöfen durch Anbringung einer Zwischenwand mit v i e r Wärmespeichern d i e H e r s t e l l u n g v o n a c h t W ä r m e s p e i c h e r n,

Fig. 1.



von welchen aus zu den Oefen je ein Kanal führt, und die zur Hälfte zum Zuführen der Verbrennungsgase und zur Hälfte zum Abführen der Verbrennungsproducte dienen, in Verbindung mit den Schiebern zum Regeln des Zuges und der Hitze in den Kanälen."

Von den abwechselnd zuführenden und abführenden Wirkungen der Speicher jederseits ist nicht gesagt, was zu Missverständnissen führen kann.

2) Nr. 64 235 vom 23. October 1891, ausgegeben am 15. September 1892:

„a) Eine Ausführungsform des unter Nr. 55 707 patentirten Siemens-Martinofens, bei welchem der Herd auf Trägern sich aufbaut, die von den Seitenwänden der Wärmespeicher und in der Mitte durch eine den Wärmespeicher der Länge nach durchziehende Wand gestützt werden, wobei die

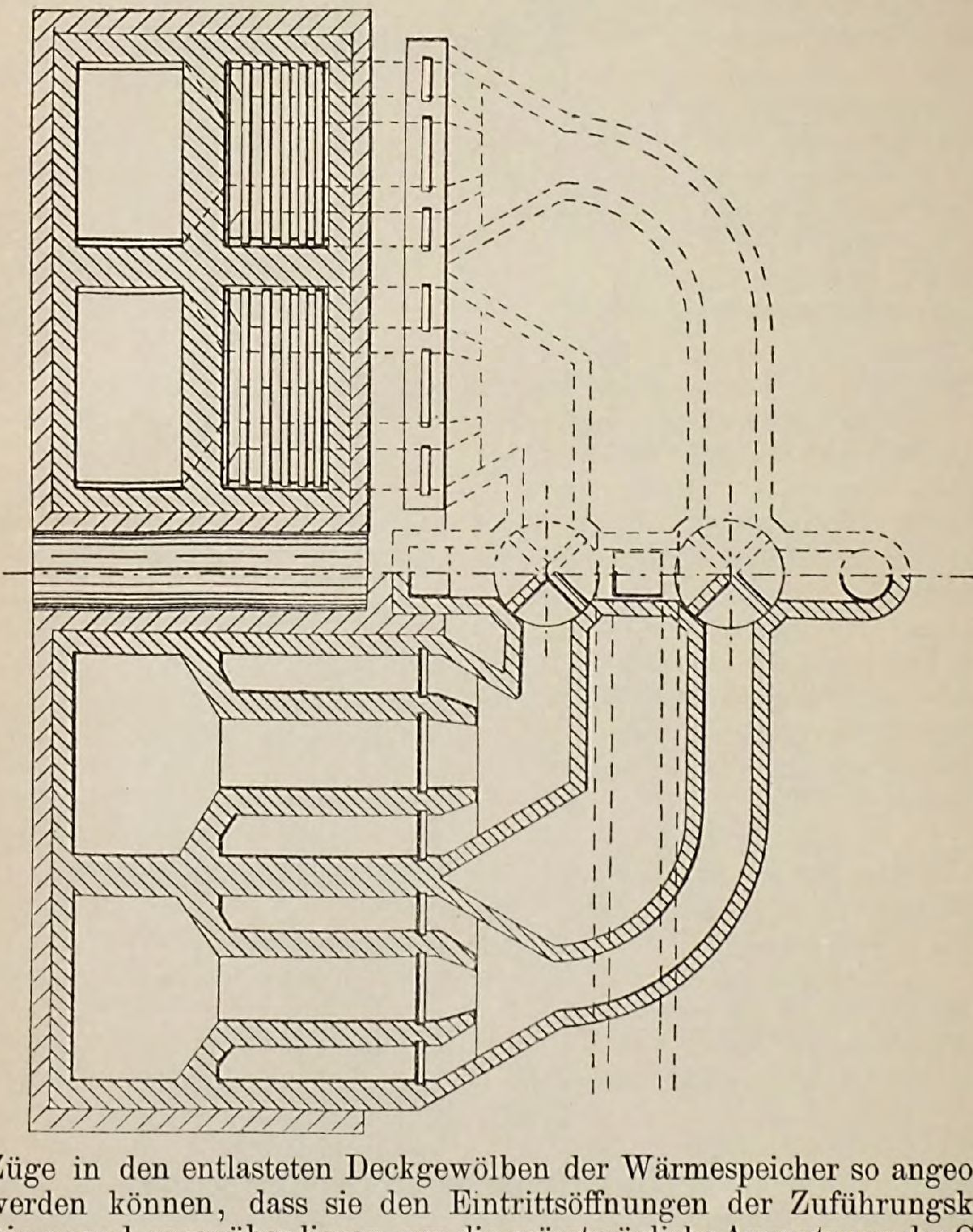


Fig. 2.

Züge in den entlasteten Deckgewölben der Wärmespeicher so angeordnet werden können, dass sie den Eintrittsöffnungen der Zuführungskanäle diagonal gegenüber liegen, um die grösstmögliche Ausnutzung des Gitterwerkes der Wärmespeicher zu erreichen.“ Die Bezeichnung „diagonal“ ist nicht genau, da die in Betracht kommenden Oeffnungen nicht in einer Horizontallinie liegen.

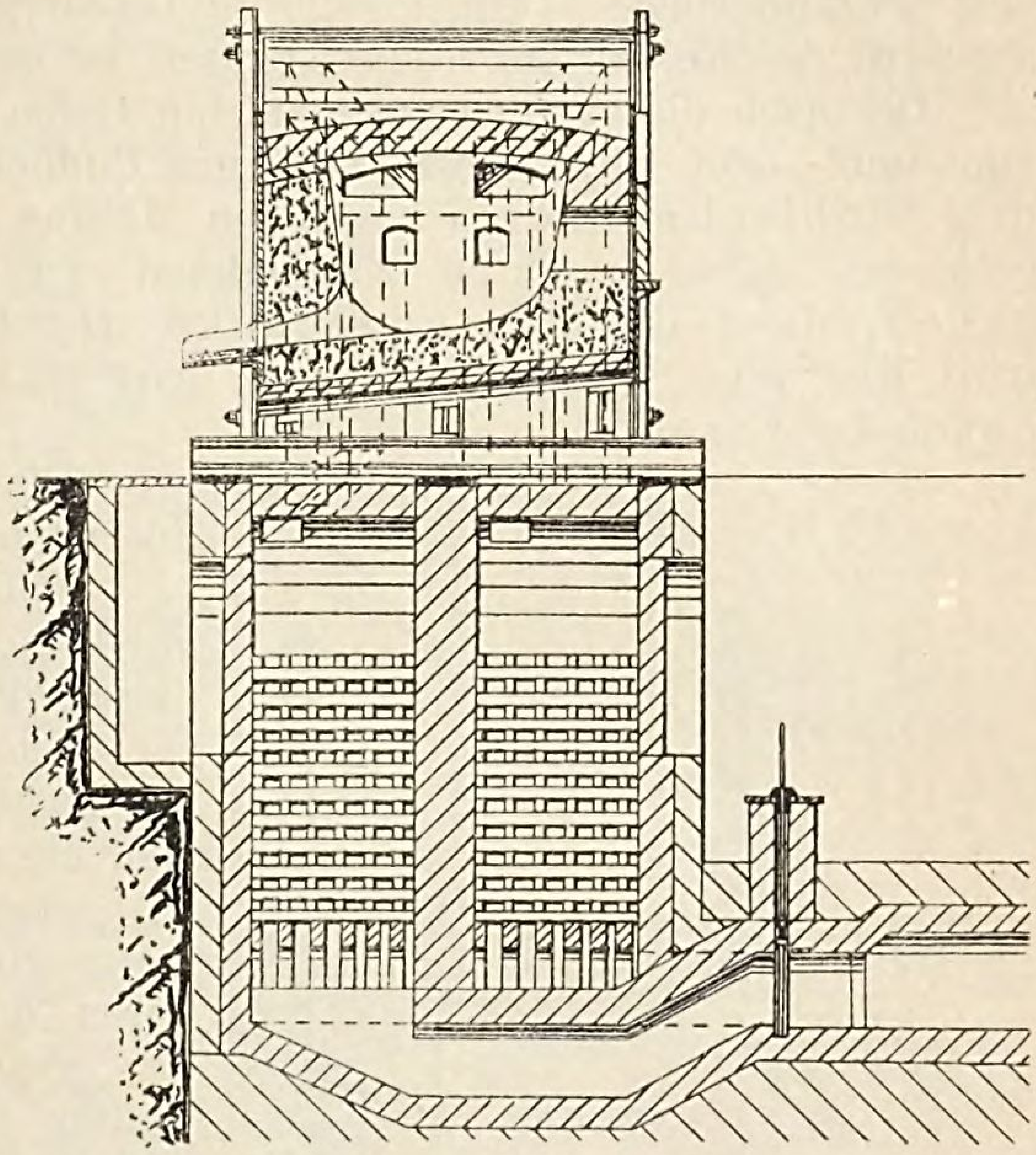
„b) An dem unter a) gekennzeichneten Ofen die Anordnung, dass entweder nur die von den äusseren oder auch die von den inneren Wärmespeichern aufsteigenden Züge allseitig frei liegen.“

Die Neuheit dieser Freilage dürfte nicht leicht zu beweisen sein, da z. B. ja auch die Bathoöfen derartige Anordnungen vorstellen.

3) Nr. 63501 vom 20. August 1891 (Längste Dauer: 20. August 1905), ausgegeben am 28. Juli 1892:

„Absperrschieber für den unter Nr. 55707 patentirten Siemens-Martinofen, bei welchem beide Flächen dadurch feuerbeständig gemacht sind, dass die die einzelnen Steine zusammenhaltenden Metallstangen innerhalb der Steine liegen und an einer Deckplatte aufgehängt sind.“

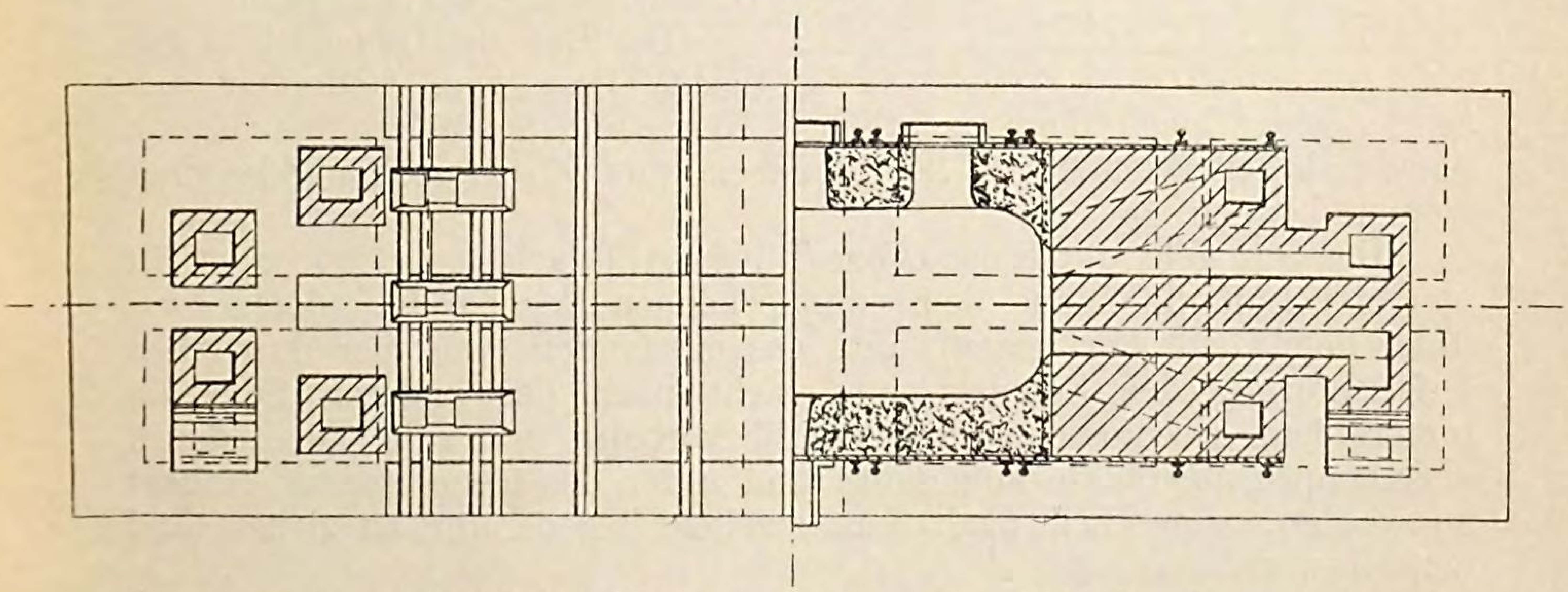
Fig. 3.



Auch hier ist eine ganz specielle, leicht zu umgehende Anwendung eines bei bewegten feuerfesten Constructionen angewandten Princips geschützt worden.

In den letzten Jahren hat Friedrich Siemens viel an der Verbesserung der seinen Namen tragenden Oefen gearbeitet. Ausser der vielumstrittenen Frage der freien Flammenentfaltung, von der bereits im ersten Bande die Rede war und welche in gewissen

Fig. 4.



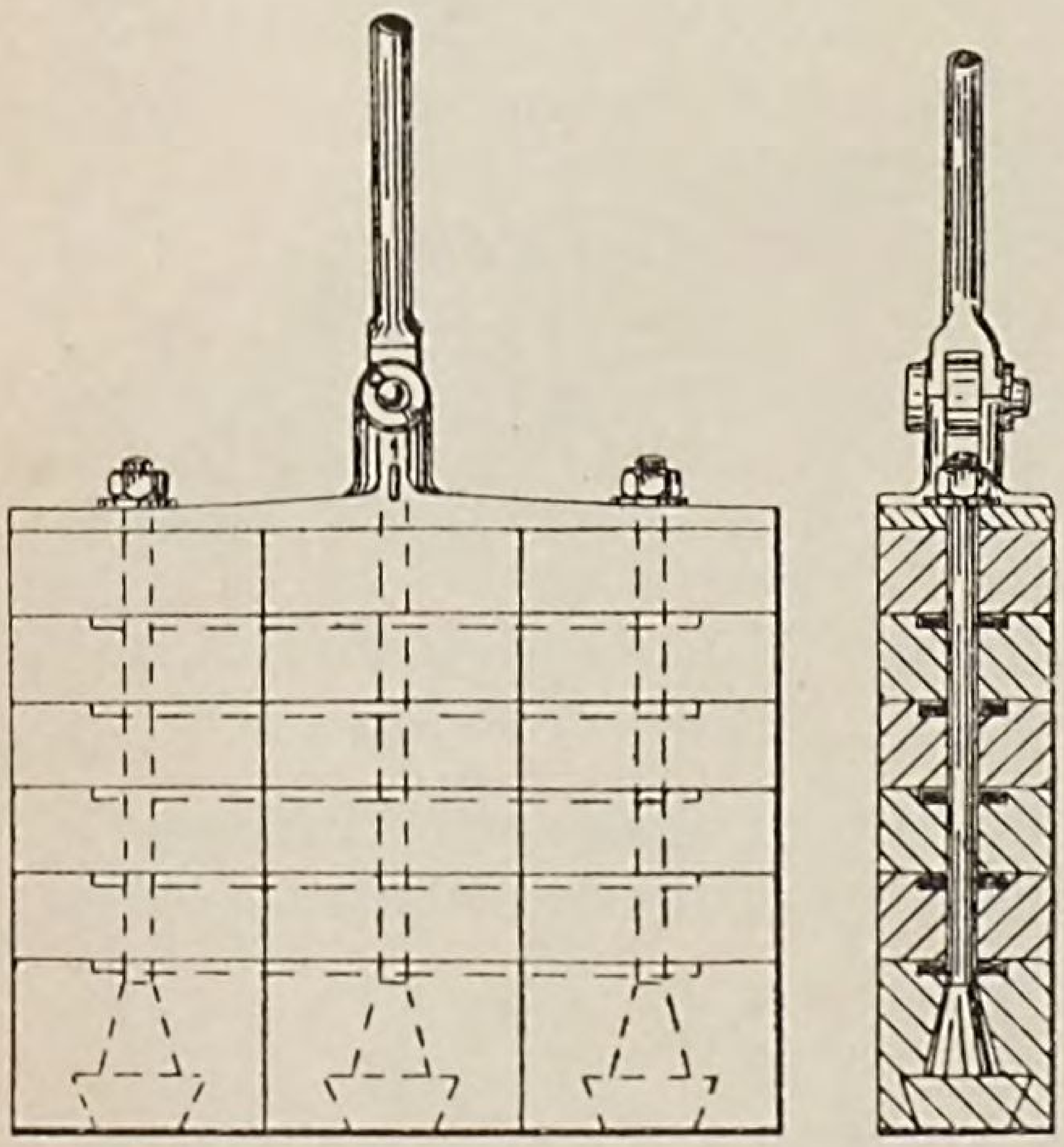
Grenzen günstig auf den Brennstoffverbrauch einwirkte, ist es besonders die Regenerirung der Abhitze und Abgase, welche Veranlassung zu eingehenden Versuchen und Arbeiten geboten hat.

Das Princip des in besonderer, vom Technischen Bureau Friedrich Siemens veröffentlichter Broschüre beschriebenen Ofens ist aus dem

Gedanken hervorgegangen, „die Vergasung des festen Brennstoffes nicht mehr durch Verbrennung eines Theiles desselben auf dem Roste des Generators mit atmosphärischer Luft bewirken zu lassen, um die zur späteren Bildung von Kohlenoxydgas aus der durch die Verbrennung sich entwickelnden Kohlensäure, sowie die zur Destillation des Brennstoffes erforderliche Wärmemenge zu beschaffen, sondern diese sowohl als auch die Kohlensäure den Abgasen zu entnehmen".

Die nach dieser Idee ausgeführten Oefen, sowohl zum Anwärmen von Stahl- oder Eisenblöcken als zum Puddeln (?), Kupfer-, Eisen- und Stahlschmelzen in wenigen Jahren errichtet und in Betrieb gebracht, sollen in ihren Ergebnissen durchgehends bestätigt haben, dass der Grundgedanke der Construction richtig und die zur Verwirklichung angewandten Mittel sachgemässe waren.

Fig. 5.



Die gebotenen Vortheile sind hiernach:

eine Kohlenersparniss von 50 Proc. gegenüber älteren Regenerativöfen;

eine Ersparniss in den Anlagekosten von $^2/_5$—$^1/_2$ gegenüber den älteren Oefen;

eine erhebliche Ersparniss an Bedienung und Reparaturen, endlich

eine Ersparniss an verbauter Fläche, weil Gaserzeuger, Regeneratoren und Ofen ein zusammenhängendes Ganzes bilden.

Weitere Erfahrungen sind abzuwarten, ehe ein abschliessendes Urtheil gefällt werden kann.

Der Bau des Ofens ist so gedacht, dass vom Generator aus zwei Abzüge nach dem eigentlichen Heiz- und Schmelzraume führen, die durch Tellerventile von der Ofendecke aus verschlossen und geöffnet werden können.

Das Gas geht durch das offene Tellerventil nach dem Ofen zu, erhält von hier Luftzufuhr aus dem entsprechenden Regenerator (deren zwei unter dem Generator liegen), und das entstandene Gasfeuer durchzieht hufeisenförmig den Schmelzraum, zieht nach der anderen Seite ab (unter dem geschlossenen Tellerventil vorbei), um zum Theil durch ein Dampfstrahlgebläse aufgesaugt und unter den Generatorrost geführt zu werden, zum Theil nach dem zweiten Regenerator zu ziehen und denselben zu heizen.

Die Anlage erscheint compendiös, es ist aber abzuwarten, ob diese Bauart nicht für manche Betriebsmethoden Unbequemlichkeiten, besonders bei Reparaturen u. s. w., mit sich bringt.

Ausser der vom Technischen Bureau Friedrich Siemens herausgegebenen Broschüre sind noch zwei Patentschriften Nr. 72 891 u. 72 899

zu consultiren, welche sich wesentlich auf kleinere Einzelheiten beziehen und besonders Rostconstruction und Dampfstrahldüse betreffen.

Ueber das neue System und seine Vorzüge belehren noch ein Vortrag von Head und Pouff, sowie eine Untersuchung von Åkerman, welche beide in der gedachten Broschüre Wiedergabe gefunden.

Die einzige Notiz, die hieraus noch Platz finden mag, ist eine Angabe über die Gaszusammensetzung am Generator, welche in zwei Fällen betrug:

4,6	und	4,5	CO_2,
—			O,
23	„	22,5	CO,
17,4 (total)	„	16,3	H,
1,5 C (stumpfförmig)	„	2,6	H_4C,
53,5	und	54,1	N.

Der Brennstoffverbrauch soll sich für das Wärmen von Packeten auf 85—100 kg Kohle pro 1000 kg belaufen haben.

Ein erster Siemens-Martinofen der neuen Art gebrauchte 425—450 kg pro 1000 kg Product, was gegenüber älteren Leistungen sehr befriedigend genannt werden muss, die oft 750—800 kg consumirt haben.

Ueber den Betrieb der Gasherdöfen selbst ist wenig zu bemerken.[1])

Derselbe hat sich seit Jahren sehr vereinfacht und ist man von der Methode, den Einsatz in viele Portionen zu theilen und jede zuerst vollständig einzuschmelzen, ehe die nächste eingesetzt wird, grossentheils abgekommen und besetzt den Ofenraum mit dem ganzen Einsatz auf einmal. Nur nach geschehenem Eingehen und bei etwaigen Erzzusätzen, sowie am Ende des Processes wird mit der Schlacke u. s. w. gearbeitet und werden besondere Kunstgriffe ausgeführt.

Am Schlusse werden, je nach Ausfall der entnommenen Proben, Zusätze reducirender Art gemacht, auch solche, deren Zweck die Erzielung besonderer Härteeigenschaften des Metalles ist, z. B. Nickel, Chrom u. a., doch ist eine derartige Arbeit mehr auf Herstellung von Producten zu eigenartigen Zwecken, z. B. Geschützen und Panzern gerichtet, deren Vollendung vorwiegend durch Schmieden, Pressen und Walzen erfolgt.

Die Arbeiten am Stich, die Probenahme, Beurtheilung und Bearbeitung der Proben, die gewöhnlich in Schalen oder doch eisernen Formen, verschieden aufgebaut, ausgegossen werden, die Herdrepara-

1) Bezüglich allgemeiner Betriebsverhältnisse ist auf die Fachschriften zu verweisen: Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, wo Bd. III, S. 304, 307, 314 die Methoden, S. 502 die Apparate besprochen werden. Auch die anderen Handbücher enthalten manches Material, ebenfalls eine Abhandlung von Solcz in der Ungarischen Bergwerkszeitung, deutsch von Semlitsch in der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1893, S. 1. Zu consultiren sind ausserdem noch die Schriften von Toldt und Jüptner-Johnstorff: Chemisch-calorische Studien über Generatoren und Martinöfen und Details von Siemens-Martinöfen, in Debit bei Arthur Felix in Leipzig, 1893; dann Ed. Breslauer, Herstellung von Gussstahl in Masseformen, Berlin (Seydel) 1892. Das letztgenannte Buch giebt eine Menge praktischer Beschreibungen und Rathschläge, die gut zu verwerthen sind.

turen u. s. w. sind für Giessereizwecke ungefähr dieselben wie für die Herstellung von Hammer- und Walzmaterial.

Man vermeidet beim Abstechen u. s. w. jede Abkühlung des Stahls, arbeitet deshalb mit kurzen Giessrinnen und trocknet dieselben durch Kohlenfeuer gründlich aus.

Besondere Sorgfalt ist auf den Abstich zu verwenden und auf das Stichloch.

Abgestochen wird nach gutem Schüren des Generators und gleich nach einem Ventilwechsel, da während des Abstechens oder Giessens nicht umgesteuert werden soll.

Wo viel kleinere Stücke abgestochen werden sollen, bietet die Herstellung und Unterhaltung des Stiches Schwierigkeiten. Die Masse am Stich ist natürlich sehr hart gebrannt und muss mit einem conischen Messer, wie ein Pflanzenstecher gestaltet, aufgebohrt werden, so dass nur eine dünne Wand bleibt, die leicht durchbohrt oder durchstossen werden kann.

Der Verschlusspfropfen zum Stopfen muss genau der Oeffnung angepasst sein, um Metallverluste zu vermeiden. Man legt oft zwei Abstiche neben einander an, um nicht für den zweiten Tagesguss von neuem einen solchen einrichten zu müssen.

Beim Giessereibetrieb, d. h. der Herstellung von Formguss, ist noch auf die Nothwendigkeit des Nachsetzens von Reductionsmitteln hinzuweisen, sobald die Metallentnahme längere Zeit dauert und Theile des Bades länger im Ofen bleiben müssen als die ersten.

Die Behandlung der Giesspfannen und die Herdreparaturen sind denen der Giesserei im Allgemeinen entsprechend, nur muss stets die weit höhere Temperatur berücksichtigt und nur feuerbeständigstes Material benutzt werden.

Die Zusammensetzung der Sätze richtet sich ganz nach der Bestimmung des Gusses und der vorhandenen Materialien. Man verwendet selbstredend das beste graue Roheisen, schwefel- und phosphorfrei, auch nicht zu siliciumreich, giebt hier und da etwas Spiegeleisen dazu und geht bis 15 Proc. des Satzes. Die sonstigen Bestandtheile des Einsatzes sind alle Sorten Alteisen und Stahlabfälle, wobei die zeimlich constanten Schienenabfälle vorzuziehen sind. Stösst man auf phosphorhaltiges Material, muss der Herd basisch ausgefüttert und mit Zusätzen von Kalk gearbeitet werden, was die Arbeit hinsichtlich der Schlacke etwas complicirter macht und auch einige Vorsichtsmaassregeln in der Construction und dem Aufbau des Gewölbes nothwendig macht.

Vorschriften kann man nicht machen, da der Ofen ja im Stande ist, jeden Einsatz, auch den weichsten, zu schmelzen und es schliesslich nur auf die Prüfung der Endqualität und ihre Abstimmung oder Correctur durch Zusätze ankommt.

Einen gewissen Anhalt geben die von der Firma Gildemeister & Kamp in Dortmund früher versandten Prospecte der H. Eckardt'schen Oefen mit Preisangaben, die sich allerdings auf frühere Jahre beziehen, aber leicht umrechnen lassen.

Dieselben betrugen pro 1000 kg

Bessemer Roheisen	75 ℳ	pro	Werk,	
Alter Stahl, Hufeisen	70 „	„	„	
Drehspäne, altes Blech	45 „	„	„	
Ferromangan 50 ‰	280 „	„	„	
Siliciumeisen 8—9 ‰	150 „	„	„	
Kohlen	9 „	„	„	

Die Herstellungskosten wurden veranschlagt wie nachstehend:

1) Oefen von 500 kg Inhalt:

Wenn der Einsatz aus solchen Materialien besteht, welche infolge von Rost oder geringer Dicke einen Abbrand von 20 Proc. ergeben, also eine Charge von 625 kg Einsatz 500 kg Ausbringen ergiebt, so stellt sich der Preis für den Einsatz wie folgt:

80 kg	Bessemer Roheisen per 1000 kg	75 ℳ	=	6,0 ℳ
480 „	Stahlabfälle, alter Façonguss, Hufeisen u. s. w. .	70 „	=	33,6 „
47 „	schmiedeeiserne und Stahldrehspäne und Blech	45 „	=	2,1 „
6 „	Ferromangan von 50 Proc. Mangan	280 „	=	1,7 „
12 „	Siliciumeisen von 8—9 Proc. Silicium	150 „	=	1,8 „
625 kg	Einsatz = 500 kg Ausbringen kosten			45,2 ℳ

Die Façonstücke und die Giesstrichter derselben mögen noch so beschaffen sein, dass beim Giessen ein Ausschuss entsteht, der mit den Trichterabfällen zusammen 20 Proc. der Masse ausmacht, es bleibt also von 500 kg Ausbringen nur 400 kg gute Stahlfaçongusswaare; es hängt der Ausschuss wesentlich davon ab, ob die Gegenstände dünnwandig und schwer formbar sind oder nicht. Dieser Ausschuss und Abfall möge einen Werth von 6 ℳ haben, es bleibt dann für 400 kg guten Stahlfaçonguss 39,2 ℳ

Dazu kommen die Löhne von Schmelzer und Hülfsarbeitern mit . . .	9,0 „
200 Ctr. Kohlen reichen für 8 Schmelzschichten und 8 Nächte zum Warmhalten .	11,3 „
Die Formerlöhne sind $1^1/_2$ mal so gross als bei Eisenguss, also für 500 kg circa	18,0 „
Die feuerfeste Masse zum Formen des Stahlfaçongusses circa	6,0 „
Das Trocknen der Formen kostet circa	4,0 „
Das Reinigen des fertigen Gusses (2 mal so theuer als Eisenguss) . . .	10,0 „
Die tägliche Reparatur des Schmelzofens kostet circa	6,0 „
Die Amortisation der Anlage kostet täglich circa	6,0 „
Es kosten demnach 400 kg Stahlfaçonguss circa	109,5 ℳ

Demnach kosten 1000 kg Stahlfaçonguss 274 ℳ

Bei den vorstehenden Herstellungskosten ist nur eine Production von 400 kg angenommen, während der Ofen 800 kg in 12 Stunden produciren kann. Bei der letzteren Leistung sind Kohlen, Schmelzlöhne, Reparatur und Amortisation nur die Hälfte, daher stellt sich der Preis bei voller Production auf 233 ℳ pro 1000 kg Stahlfaçonguss.

Wird auch Nachts geschmolzen (werden z. B. Stahlblöcke hergestellt), so reducirt sich der Kohlenverbrauch noch um circa 7 ℳ

2) Oefen von 1000 kg Inhalt:

Wenn der Einsatz aus groben Abfällen von grosser Dicke (50—250 mm dick) besteht, so wird ein Abbrand von circa 15 Proc. entstehen. Der Einsatz soll so gross genommen werden, dass ein Ausbringen von 1000 kg entsteht. Die zu formenden Façonstücke mögen schwierig zu formen sein und daher ein Ausschuss und Trichterabfall von 25 Proc. sich ergeben.

150 kg	Bessemer Roheisen pro 1000 kg	75 ℳ	=	11,25 ℳ
970 „	grobe Eisen- und Stahlabfälle (alte Schienen u. s. w.) .	70 „	=	67,90 „
10 „	Ferromangan von 50 Proc. Mangangehalt	280 „	=	2,80 „
20 „	Siliciumeisen von 8—9 Proc. Siliciumgehalt	150 „	=	3,00 „

Der vorstehende Einsatz giebt 1000 kg Ausbringen.

Dazu an Schmelzerlöhnen circa	9,00 „
Wenn nur auf Tagschicht geschmolzen wird, so reicht ein Doppelwaggon (à 200 Ctr.) Kohlen für 6 Schmelzschichten	15,00 „
Die feuerfeste Masse zu 1000 kg Façonguss kostet circa	10,00 „
Uebertrag	118,95 ℳ

Bayerische Staatsbibliothek München

Uebertrag	118,95 ℳ
Das Trocknen der Formen im Brennofen kostet circa	3,00 „
Die Formerlöhne für leichte Stücke betragen	40,00 „
Die Ofenreparatur beträgt pro Schicht an feuerfesten Steinen, Herdsand u. s. w., sowie an Geräthen	5,65 „
Amortisation der Anlage beläuft sich auf	5,00 „
Es kosten demnach 1000 kg Ausbringen	172,60 ℳ
Bei 25 Proc. Ausschuss, Giess- und Trichterabfall bleibt demnach 750 kg guter Façonguss, welcher 172,50 ℳ — 2,50 × 6 kostet oder = . .	157,50 ℳ
1000 kg guter Façonguss kosten demnach	210,00 ℳ
Das Reinigen des Gusses von Sand u. s. w. kostet circa	30,00 „
Demnach kosten 1000 kg fertiger Stahlfaçonguss	240,00 ℳ

Die volle Production des Ofens ist circa 1500 kg in 12 Stunden und stellt sich der Preis infolge geringeren Kohlenverbrauches, Schmelzerlöhne, Reparatur und Amortisation bei vollem Betriebe auf 229 ℳ pro 1000 kg Stahlfaçonguss. Sind die zu giessenden Façonstücke derart beschaffen, dass ein geringer Ausschuss und Giessabfall, z. B. nur 15 Proc., entsteht, so kosten 1000 kg Façonguss nur circa 202 ℳ und bei geringeren Formerlöhnen nur circa 190 ℳ

3) Oefen von 1500 kg Inhalt:

Wenn 2000 kg Ausbringen an Stahl und 1000 kg Roheisenguss erzeugt wird und theilweise dünne billige Abfälle eingeschmolzen werden, so dass ein Abbrand von 25 Proc. angenommen werden kann, der Ausschuss und Trichterabfall auch 25 Proc. betragen möge, so stellen sich die Selbstkosten wie folgt:

150 kg Bessemer Roheisen (Roheisen ohne Phosphor) pro 1000 kg	75 ℳ =	11,25 ℳ
300 „ grobe Abfälle zu 70 ℳ, 770 kg leichte Abfälle . . .	45 „ =	21,00 „ 34,65 „
10 „ Ferromangan von 50 Proc. Mangangehalt pro 1000 kg .	280 „ =	2,80 „
20 „ Siliciumeisen mit 8—9 Proc. Siliciumgehalt	150 „ =	3,00 „
Der vorstehende Einsatz von 1250 kg giebt ein Ausbringen von 1000 kg, es sind daher die Löhne bei 2000 kg Ausbringen		4,50 „
Ein Doppelwaggon Kohlen reicht 5 Schmelzschichten und 4 Nächte	=	9,00 „
Die feuerfeste Formermasse kostet pro 1000 kg Guss circa		10,00 „
Das Trocknen der Formen circa		3,00 „
Formerlöhne durchschnittlich 40 ℳ		40,00 „
Ofenreparatur bei 1000 kg		2,80 „
Amortisation .		2,50 „
Es kosten demnach 1000 kg Ausbringen		144,50 ℳ
Bei 25 Proc. Ausschuss und Trichterabfall bleiben 750 kg guter Stahlfaçonguss, welcher 144,50 ℳ — 2,50 × 6 = 129,50 ℳ kosten, oder 1000 kg guter Stahlfaçonguss kosten demnach		172,6 ℳ
Dazu kommt das Reinigen des Gusses von Sand		30,0 „
Demnach kosten 1000 kg fertiger Stahlfaçonguss		202,6 ℳ

Wenn nach dem Stahlabstiche Roheisen geschmolzen wird, wozu auch gusseiserne Späne verwendbar sind, so reduciren sich die Kosten des Stahlgusses um die Schmelzkosten und Löhne des Eisengusses.

Bei nur 15 Proc. Ausschuss und Giessabfall reducirt sich der vorstehende Betrag um 176 ℳ pro 1000 kg Stahlfaçonguss.

Man wird im Allgemeinen so zu verfahren haben, dass man aus den Kohlenstoffgehalten der einzelnen Rohmaterialien sich die Quantitäten derselben für eine bestimmte Qualität (Härtestufe) des Productes berechnet, indem man selbstredend die Oxydationswirkung im Ofen berücksichtigt.

Ein guter Flammofenmeister wird schnell den richtigen Weg finden, einen Gasschmelzofen zu leiten.

E. Notizen über Neuerungen im Kleinbessemereibetriebe.

Für Stahlguss ist nach dem Siemens-Martinofen auch der Kleinconverter nicht ohne Bedeutung mehr (vergl. Bd. I, S. 652), obschon er ursprünglich zu anderen Zwecken construirt worden und den Ausfall bestimmter Qualitäten, wie sie einzelne Zweige der Kleineisentechnik in Zeiten der Ueberbeschäftigung grosser Werke brauchten, zu ersetzen bestimmt war.

Es wird darauf ankommen, ob er hinlänglich ruhigen Guss liefert, um direct zu giessen, oder ob Compressionen bezw. andere Kunstgriffe mit dem Producte anzustellen sind. Eventuell kann man Mischungen von Gusseisen guter Qualität und Kleinconverterstahl herstellen, denen Zeit zur Entgasung gelassen werden kann.

Es mag daher auf nachstehende neue Einrichtungen hingewiesen werden, die die Frage erörtern helfen.

Für Birnen zum Kleinbessemereibetriebe sind zunächst nachstehende Patente von Bedeutung:

Nr. 36426. Franz Horn-Duisburg, vom 27. October 1885, ausgegeben 16. August 1886, mit der allgemeinen Ueberschrift: Neuerung an Bessemerbirnen, befasst sich hauptsächlich mit der Anordnung einzelner Theile der Aufstellung und Bewegungseinrichtungen der Birnen.

Die etwas weitläufig abgefasste Patentschrift, welche in längerer Ausführung die selbstverständliche Disproportionalität grosser oder kleiner Converteranlagen in dem Sinne feststellt, dass die Letzteren nicht lediglich Wiederholungen der Ersteren in kleinerem Maassstabe sein können, gelangte alsdann zu den (früher bereits gekennzeichneten) Aufgaben beim Entwurfe einer Kleinbessemerei.

Der Kleinbetrieb, will er einfach in der Anlage sein, und will er nicht mit mehr als zwei vollen Installationen arbeiten, muss für eine bequeme und rasche Auswechselbarkeit der Birne in erster Linie Sorge tragen, eine Manipulation, die bei grossen Anlagen zwar auch erstrebt (besonders in den Anfängen des basischen Processes) und versucht, doch keine hohe Bedeutung erlangt hat.

Als eine andere nicht minder wichtige Aufgabe bezeichnet Horn die Erzielung einer denkbar gleichmässigen Qualität, zu welchem Zwecke eine genaue Wägung des in die Birne eingelassenen flüssigen Roheisens unerlässlich ist.

Die neu erfundene Vorrichtung zum Auswechseln der Birne wird in der Patentschrift veranschaulicht und besteht, wie der Patentanspruch ausweist, in Folgendem:

1) in der Anordnung von Hängelagern, die aus einem festen Haupttheil, einem in einem Charniere drehbaren hängenden Lagerdeckel und den dazu gehörenden, ebenfalls in Charnieren drehbaren Deckelschrauben bestehen.

(Die Auslösung des Converters erfolgt in liegender Stellung und mit Hülfe einer hydraulischen Vorrichtung auf einem Wagen.)

2) in einer Kuppelung zwischen einem der Birnenzapfen und der festliegenden Wendemaschine, bestehend aus einer in der Welle der Wendemaschine festgehaltenen Feder, die in einer Nuth des Birnen-

zapfens verschiebbar ist und beim Herunterlassen der Birne sich in vertikaler Lage befindet.

Die Wägevorrichtung selbst hat den patentrechtlichen Ansprüchen anscheinend nicht genügt und einen gesetzlichen Schutz nicht gefunden.

Wegen ihrer Einrichtung oder der sonstigen Einzelheiten muss auf die Patentschrift selbst verwiesen werden.

Ein anderes Patent aus nahezu gleicher Zeit löst die Frage etwas anders.

Einen Trommelconverter, an dessen Mantel (Cylinder mit horizontaler Achse, runder elliptischer oder sonst gestalteter Grundfläche und flachen oder nur schwach gewölbten Seitenflächen) oder Seitenwandungen eine oder mehrere mit beweglichen Pfropfen versehene oder mit Masse verstopfte Abstichöffnungen angebracht sind, zu dem Zwecke, vermittelst des Letzteren in einer oder in verschiedenen Lagen des Converters, während dieser langsam gedreht wird, die gänzliche Entfernung der Schlacken zu bewirken, hat sich Em. Servais in Weilerbacherhütte unter Nr. 36 713 vom 15. December 1885 schützen lassen.

Der Apparat soll gestatten, ohne Giesspfanne bewegliche Formen zu füllen, und besitzt auch hinsichtlich der Düsenanlage eine einfache Construction, die ihn bei entsprechenden Abmessungen für den Kleinbetrieb geeignet machen dürfte. Wegen Einzelheiten muss auf die Patentschrift des Erfinders verwiesen werden, welcher im selben Jahre und auf der Ausstellung zu Antwerpen eine Walrand-Delattre-Anlage durch Zeichnung und Producte zur allgemeinen Kenntniss gebracht hatte. (Vergl. Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, Bd. III, S. 434, Taf. XV.)

Es war dies eine zur Kleinbessemerei vorzugsweise geeignete Einrichtung, welche in zwei Perioden mit zwei passend gegen einander situirten Convertern arbeitete, wesentlich jedoch zur Herstellung von Blöcken benutzt wurde.

Es wird auch hier durch Versuche festgestellt werden müssen, ob sich ruhige Producte herstellen lassen, die zur Füllung wirklicher Gussformen geeignet sind. Dies ist Sache der Praxis, und der Theoretiker hat nur die Pflicht, den Hinweis auf das vorhandene Erfindungsmaterial zu führen, sowie gegebenen Falls kritische Bedenken auszusprechen.

Hugo A. Becker in Godwith Cottage, Blaenavon, hat sich unter Nr. 55 111, vom 12. Februar 1890 ab, eine eigenthümlich geformte Birne patentiren lassen, welche nicht mittelst Achsen aufgehängt ist, sondern wie ein drehbarer Puddel- oder Röstofen auf Rollen ruht und mittelst derselben um ihre Längsachse gedreht werden kann.

Man kann sich denselben am Besten vorstellen, wenn man einen der Grossconverter sich niedergelegt denkt, bis die Achse des cylindrischen Theiles waagerecht liegt, und dann annimmt, dass nun das ganze Gefäss auf einem Rollenbette ruht und so gedreht werden kann.

Die Windzuführungen sind in der Langseite in einer der Achse gleichlaufenden Reihe angebracht und steigen im Einzelnen schräg nach der dem Maul entgegengesetzten Seite bis an die Innenfläche des Converters. Die Windkastenanordnung ist ähnlich wie bei den aufgehängten Convertern, indem der unbewegliche und der bewegliche Theil der Windleitung in der Längsachse des Gefässes zusammenstossen,

wo am Boden ein zapfenartiges Gebilde sich anschliesst, von dem aus ein Rohr nach dem eigentlichen Windkasten herabführt.

Der Patentanspruch umschliesst hauptsächlich die Organe der Lagerung und Bewegung, sowie einzelne Begrenzungen der Querschnittsgestalten.

Während diese Neuerungen sich auf dem Gebiete der Gefässconstructionen bewegen, ist der Gegenstand der nunmehr folgenden eine Neuerung im Verfahren selbst.

Es ist dies das Patent Nr. 64950, ausgegeben 13. October 1892, welches Charles Walrand und Eugène Legénisel-Paris ertheilt ist und die Ueberschrift: „Verfahren zum Ueberhitzen des Eisens in der Birne behufs Erzeugung der zum Giessen kleiner Blöcke erforderlichen Temperatur“ trägt. (Patentirt vom 24. September 1891 an.)

Die Patentschrift besagt wesentlich Folgendes: Um die Herstellung von Gussstahl bei Beschickungen von nur etwa 100 kg zu ermöglichen und besonders die nach dem Verschwinden des vorzeitig verbrannten Siliciums (bei nicht überhitztem Rohmaterial?) leicht eintretende Abkühlung des Bades zu vermeiden und das Silicium erst nach Weggang des Kohlenstoffs zu oxydiren, wird nachstehendes Verfahren, auf Versuche gegründet, in Vorschlag gebracht und geschützt.

Die Patentinhaber verarbeiten anstatt sehr kieselreichen Roheisens beim sauren Verfahren Roheisen von beliebigem Kieselgehalte, doch vorausgesetzt, dass dasselbe beim Eingiessen in den Converter die gehörige Wärme hat. Sie wollen gefunden haben, dass bei Anwendung eines Roheisens mit 1,5—3 $^0/_{00}$ Si die Endtemperatur des Bades nur um ein Geringes verändert war (soll wohl heissen, dass der Unterschied zwischen der Endtemperatur und der Anfangstemperatur ein nur geringer war), und zwar ihrer Ansicht nach wesentlich wegen der Kleinheit der Chargen und des Einflusses der Abkühlung.

Wenn man am Ende der Operation (was bei allen Converterarbeiten durch das Aufhören der Flamme gekennzeichnet wird) dem Bade Silicium in gewisser Menge und in Form einer beliebigen Legirung zusetzt und fortfährt zu blasen, beobachtet man eine eigenthümliche Erscheinung, bestehend im Verschwinden der Flamme und in einer darauf folgenden Ueberhitzung des Bades.

Man setzt das Blasen nunmehr so lange fort, bis die Kohlenstoffflamme wieder erscheint, die ungemein heiss wird, macht dann die übliche Probe und giesst aus.

Man kann auch, in der Voraussicht geschickter Arbeiter, so operiren, dass man nach dem Verschwinden der Flamme durch fortgesetztes Blasen stark oxydirt und dann erst die geschmolzene Siliciumlegirung zusetzt.

Die Letztere kann angeblich auch kalt oder nur vorgewärmt zugesetzt werden; es scheint aber und ist selbstverständlich, dass ein Zusatz in geschmolzenem Zustande am Vortheilhaftesten ist.

Auch andere Körper als das Silicium sind anwendbar, z. B. Phosphor (als Ferrophosphor) beim basischen Process.

Ebenso lässt sich das Verfahren auch im grossen Maassstabe anwenden, doch liegt hier wohl selten die Nothwendigkeit vor, so zu handeln, da die endliche Hitze gross genug ist.

Das Eine wird noch hervorgehoben, dass nämlich eine Desoxydation durch den Zusatz nicht beabsichtigt wird; vielmehr kommen schliesslich immer noch desoxydirende Zusätze zur Anwendung, um die Operation abzuschliessen.

Der Zweck ist nur die Ueberhitzung des Bades, um den Guss kleiner Stahlmassen zu ermöglichen, was angeblich bis dahin nicht möglich gewesen sein sollte.

Ein Beispiel besagt, dass 100—1000 kg Hämatiteisen in der Bessemerbirne in der ersten Periode 8—12 Minuten, in der zweiten 6—10 Minuten behandelt, dann mit 2—7 Proc. Siliciumlegirung beschickt und beblasen werde, bis nach 1—2 Minuten die Kohlenstoffflamme wieder eintritt, je nach dem Siliciumverhältnisse. Dann hört man auf, setzt die reducirenden Zusätze hinzu und giesst ab.

Der Patentanspruch lautet wörtlich:

Verfahren zur Ueberhitzung des Eisens in der Birne behufs Erzeugung der zum Giessen kleiner Blöcke erforderlichen hohen Temperatur, darin bestehend, dass kurz vor oder nach dem Verschwinden der Kohlenstoffflamme ein durch seine Oxydation Wärme erzeugender Körper (Silicium oder Phosphor oder deren Legirungen) im Ueberschusse zugesetzt und dann mit dem Blasen so lange fortgefahren wird, bis der Körper verbrannt ist und die vor dem Zusatze vorhanden gewesene Flamme wieder erscheint.

Anhang zur Beschreibung des Ofenbetriebes.

Bei dem Betriebe der Oefen in Giessereien kommen hauptsächlich zwei Arten von Geräthen zur Anwendung, sobald man alle Arten Oefen zusammen betrachtet.

Zunächst sind Gefässe vorhanden, in denen das Schmelzmaterial auf die Ofengicht oder den Ofenherd gelangt, und andere, welche dem Brennstoffe gegenüber dieselbe Rolle spielen.

Diese Gefässe sind zum Theil als Wagen gebaut, d. h. auf Rädern transportabel; zum Theil müssen sie auch mit ihrem Inhalte getragen werden; immerhin sind sie in beiden Fällen als Aufgebergeräthschaften zu bezeichnen.

Die andere Gruppe hierher gehörender Werkzeuge dient hauptsächlich dazu, den Gang des Ofens zu reguliren, die Zugänge zu demselben in Ordnung zu halten, abzustechen und den Stich wieder zu verschliessen, zu stopfen; ihr Gebrauch ruht hauptsächlich in der Hand des Schmelzers, d. h. des mit der obersten Wartung des Schmelzapparates Beauftragten, man kann deshalb im Gegensatze zur anderen Benennung von Schmelzergeräthen sprechen.

aa) Von den Aufgebergeräthschaften.

Ausser dem rein mechanischen Zwecke der vorübergehenden räumlichen Aufnahme verschiedener Materialien sollen die besser gehaltenen und sorgfältiger construirten Aufgebergeräthe auch noch eine gewisse Controle ausüben, so weit es in dieser immerhin rohen Manier möglich ist. Die Aufgebekästen sollen, wenigstens so weit es die Brennstoffe und Zuschläge anbetrifft, ein bestimmtes

Volumen besitzen, und aus der leicht zu notirenden Zahl der entleerten Gefässe lässt sich alsdann ein Schluss auf den summarischen Verbrauch ziehen.

Es ist einzusehen, dass man sich in einem geordneten Betriebe damit nicht begnügen kann, sondern die Materialien in grossen Quantitäten der Giesserei zuweisen muss, die sie nach und nach in kleinen Portionen verbraucht. Dennoch geben geaichte Aufgebekästen und Schwingen immerhin eine Gegencontrole und helfen auch als disciplinarisches Mittel, die Bedienung der Oefen in Ordnung zu erhalten.[1])

Die Brennstoffe, um die es sich hier hauptsächlich handelt, werden entweder in Kippwagen von bestimmtem Inhalte aus den Cokesmagazinen resp. von der Cokesanstalt nach der Aufgebekammer gefahren, oder sie gelangen, vorher im Ganzen ausgemessen, auf gewöhnlichen Holzkarren nach dem Verbrauchsorte.

Bei den Steinkohlen zu den Flammöfen mit directer oder mit Gasfeuerung findet meist das Letztere statt, obwohl man auch hierbei gemessener Wagen sich bedient, die dann gewöhnlich 100 kg fassen.

Die eigentlichen Aufgebegefässe sind Kästen oder Schwingen, die, je nach der Intensität des Betriebes, ein verschiedenes Volumen haben, wobei es natürlich auf die Stückgrösse des Brennstoffes, sowie auf die Art der Anfüllung sehr ankommt, ehe bestimmt werden kann, wie viel der Inhalt wiegt.

Die Abschätzung des Verbrauches kann, wie schon gesagt, nicht allein auf Grund der Schmelzernotizen erfolgen, sondern diese müssen erst mit den Lieferungsscheinen der Eisenbahn oder der Magazinverwaltung verglichen werden, durch deren Hände die Anlieferung geschehen ist.

Das Material der grossen Cokeskippkarren wie der Aufgebekästen ist am Besten Eisenblech; Holz eignet sich höchstens zu den Karren für Steinkohlen und zu den kleinrädrigen Transportmitteln für das zerschlagene Roheisen.

Zu den Aufgebegeräthen gehört noch eine Waage mit den ausreichenden Gewichten, um die Eisengicht abzuwiegen, endlich mehrere Schaufeln zum Einfüllen der Materialien — die Einsetzschaufeln beim Flamm- und Gasofenbetrieb —, einige schwere Fäustel, um die Gänze und Barren zu zerschlagen, wo kein besonderes Fallwerk zu diesem Behufe existirt, endlich bei mangelnden Gichtbühnen auch ein grosser rechtwinkelig gebogener Haken mit Holzstiel, um nach dem Aufwerfen der Eisengicht die Stücke nach der Mitte des Schachtes zu ziehen.

bb) Von den Schmelzergeräthen.

Bei den Cupolöfen reduciren sich die Schmelzergeräthe auf ein oder mehrere spitze Eisen oder Spiesse zum Aufmachen des Stiches, zum Schlackenabstechen und zum Formenreinigen.

1) Es ist eine bekannte Erfahrung aller Betriebsführer, dass der absolute Nutzen guter Controlmaassregeln weniger in ihrer Peinlichkeit, als darin beruht, jeden Fehler, absichtlichen oder unabsichtlichen, des Dienstpersonals sofort hervortreten zu lassen und dem Beamten das Mittel an die Hand zu geben, jederzeit eine richtige Erhebung der Betriebsresultate und eine Kritik der Arbeit selbst ausführen zu können.

Ausserdem werden nur noch einige Stopfhölzer zum Verschliessen des Stiches nach vollendetem Abstechen gebraucht, welche den Lehmpfropfen tragen, der zu jenem Zwecke jedesmal frisch aufgesetzt wird.

Beim Auskratzen der Cupolöfen bedienen sich der Schmelzer und seine Gehülfen einer breiten Krücke und einiger Brechstangen, um sowohl die Verschlussthüre auszuheben, als auch die Cokes zu entfernen.

Bei den Flammöfen sind ausser den zum Schüren nöthigen Krücken und Spiessen noch einige starke Brechstangen von 40—60 Pfd. Schwere nöthig, um im Ofen selbst arbeiten und ungeschmolzene Stücke bewegen zu können.

Zum Abstechen bedient sich der Schmelzer eines leichten, etwas gekrümmten Spiesses, wozu sich zuweilen noch ein Haken gesellt, mit dem er den oftmals vor dem Stiche in die äussere Wand des Ofens eingelegten eisernen Pfropfen herauszieht, welcher dem Verschlusse einen grösseren Halt giebt.

Mit demselben Haken werden auch die zum Ausziehen vorgerichteten Roststäbe gefasst und entfernt.

Zu den Ofengeräthen gehören noch einige Schöpfkübel und Wassergefässe, um brennende Materialien abzulöschen, sowie einige Maurergeräthe, um die Oefen auszubessern; alle diese Gegenstände unterscheiden sich aber nur sehr wenig von den allgemein üblichen und überall käuflich zu erwerbenden Gattungen derselben Dinge.

2. Kapitel.

Von dem Wärmehaushalte der Ofenbetriebe.

Während man früher trotz aller Bestrebungen, den Brennstoffconsum der Schmelzöfen herabzudrücken, sich keine besondere Rechenschaft über die Vertheilung der producirten Wärmemengen auf die einzelnen Functionen der Oefen ablegte, ist man jetzt gewohnt, dies in jeder Hinsicht zu thun, seit bahnbrechende Arbeiten von Gruner den hohen Werth solcher Untersuchungen für einen der grössten Apparate der Metallurgie, den Eisenhochofen selbst, dargethan haben.

Aeltere Arbeiten von Schinz u. A. gingen meist von sehr theoretischen und deshalb unsicheren Voraussetzungen aus und konnten zuverlässige Resultate nicht liefern. Der Verfasser und Andere, welche auch diese Methode anfänglich befolgten, um bestimmte Betriebe zu untersuchen, waren natürlich ebenso gezwungen, Voraussetzungen zu machen, welche mehr oder minder unsicher waren, und gelangten infolgedessen auch zu Resultaten, die im besten Falle nur annähernde Werthe darstellten.

Da indessen der einzelne Praktiker nicht immer mit den erforderlichen Mitteln ausgerüstet ist, um auf Grund von Gas- und anderen Analysen die Berechnung des Wärmehaushaltes der Oefen in vollkommener und möglichst genauer Weise durchzuführen, so werden hiernach zunächst die in einfacherer Weise vorzunehmenden Rechnungen und Vergleiche gemacht, denen einzelne Beispiele folgen, welche in

vollkommenerer Weise, d. h. auf Grund genauerer Messungen und Untersuchungen, die Frage nach der Wärmeverwendung erledigen.

Vorher werden aber einige Feststellungen vorauszuschicken sein, welche die Schmelzwärme des Eisens und der Schlacken anbetreffen, als der einzigen flüssigen und hocherhitzten Producte des Betriebes. Darnach würden in selbständigen Kapiteltheilen die Betriebe der Tiegel-, Schacht-, Flamm- und Gasöfen zu besprechen sein.

A. Die Schmelzwärmen des Gussmateriales und der Schlacken.

Bei der Berechnung der Wärmemenge, welche zur Schmelzung der Metalle, also in erster Linie des Roheisens dient, kam es früher vor Allem darauf an, sich über eine bestimmte Temperatur zu einigen, die man im geschmolzenen Gusse voraussetzen wollte. Mit directen thermometrischen Messungen war und ist hierbei nichts auszurichten, und man musste sich deshalb mit Schätzungen beruhigen. Ohne behaupten zu wollen, dass hierbei das Rechte getroffen werde, hatte der Verfasser bei dieser wie bei allen einschlägigen Rechnungen das Minimum der Giesstemperatur auf 1500° Celsius angenommen und es natürlich Jedem überlassen, dafür einen anderen Werth, z. B. die damals vielfach benutzten, aber unwahrscheinlichen Werthe von 1800° oder gar 2000° anzunehmen, deren Unrichtigkeit seitdem erwiesen ist.

Wenn Q das Quantum flüssig herzustellenden Roheisens,
t den Ausdruck der Schmelztemperatur in Graden Celsius,
w den Coëfficienten der specifischen Wärme für Roheisen in jener Temperatur darstellt,

so war die zum Schmelzen erforderliche Wärmemenge

$$W = wQt \text{ Einheiten (Calorien).}$$

Der Coëfficient w wurde damals von Weisbach auf 0,1298,
„ Schinz „ 0,134487

für eine Temperatur von 1175° (den Weisbach'schen Schmelzpunkt) angegeben. Die Temperatur der Giessöfen überstieg natürlich immer diesen Hitzegrad, und man hielt sich für gezwungen, den Ausdruck t = 1500° zu wählen.

Für t = 1500° hatte Schinz w = 0,146484 berechnet (vergl. Bd. I, S. 106), und man erhielt darnach

$$W = 0{,}146484 \,.\, 1500 \,.\, 1 = 220 \text{ Calorien für die Einheit Eisen.}$$

Dieser Werth war zu klein, obschon die Temperaturannahme zu gross war, da die Temperatur des giessflüssigen Eisens höchstens 1400°, und das mit grösster Anstrengung der Apparate und höchstem Cokesverbrauche erreicht. Im I. Bande ist S. 106 u. ff. dargelegt worden, welche Wandlungen die Wärmecapacität oder specifische Wärme mit steigenden Temperaturen durchläuft und welche Unsicherheit früher über diese Grösse herrschte. Auch ist dort ausgeführt, wie die Berechnungen von Schinz ganz unzureichende Resultate gaben.

Will man daher die Schmelzwärme einschliesslich latenter Wärme berechnen, statt sie einfach mittelst des Calorimeters zu suchen, so muss man Temperaturbestimmungen machen, die sehr schwierig sind, und Annahmen für die latente Wärme.

Man thut daher viel besser, sich eines aus Kupfer hergestellten, würfelförmigen, in einem Linden- oder Pappelholzkasten mit Asbest-

oder Filzfutter eingelassenen Calorimeters zu bedienen, das etwa 18—20 l Wasser enthält und in welchem ein runder beweglicher Einsatz aus Kupfer auf Füssen steht, der am Besten rund sein kann.

In diesen Einsatz giesst man, nachdem das Gewicht des Apparates bestimmt wurde (er nutzt sich stets etwas ab) und die nöthige Wassermenge eingemessen, dann genau die Temperatur abgelesen worden ist (in mehreren Zeitabständen, bis sich gleiche Ablesungen folgen), eine grössere Menge des flüssig dem Ofen entnommenen Metalles unter den nothwendigen Vorsichtsmaassregeln und beobachtet die Temperatursteigerung des Wassers ebenfalls in regelmässigen Zeitabständen (5 Minuten zum Beispiel), bis auch hier gleiche Ablesungen eintreten.

Die der Temperaturabnahme des Eisens bis auf die Endtemperatur des Calorimeters entsprechende Wärmemenge ist übernommen worden von dem Kupfer und dem Wasser des Calorimeters, und man berechnet dieselbe als Productensumme aus der Wasserwärme und der Kupferwärme.

Die Wasserwärme ist gleich Gewicht mal Temperatur, die Kupferwärme ist gleich Gewicht mal Wärmecapacität mal Temperatur und die Summe beider ist durch das Gewicht des eingegossenen Eisens zu dividiren, um den Werth der Schmelzwärme desselben für die Gewichtseinheit zu erhalten.

Die Formel ist, wenn t die Anfangs-, t_I die Endtemperatur des Calorimeters bezeichnen, 0,09 als die Wärmecapacität des Kupfers angenommen wird und Cu das Kupfer-, Aq das Wassergewicht und Fe das Eisengewicht bezeichnet:

$$\frac{(\mathrm{Cu} \times 0{,}09 + \mathrm{Aq} \times 1)\; t_I - t}{\mathrm{Fe}}.$$

Zur Correction muss dann noch die für die Temperatur t_I zu berechnende Wärme des Eisens addirt werden, wenn Alles auf den Nullpunkt bezogen sein soll. Dabei kann man den von den Physikern innerhalb der Quecksilberskala ermittelten Werth von 0,10—0,11 benutzen.

Gruner hatte, in ziemlicher Uebereinstimmung mit den Deny'schen Werthen (Bd. I, S. 109), gefunden und später bei seinen Hochofenbilanzen benutzt:

Graues Giessereieisen aus dem Hochofen	278—292 c,
Dasselbe im Cupolofen geschmolzen . .	270—275 c,
Bessemer Roheisen	278—280 c,
Weisses Roheisen	258 c.

(Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, Bd. II, S. 14.)

Hieraus und aus anderen damals bekannten Messungen berechnete Gruner einen Mittelwerth von 300 c, von denen 25 als Werth der latenten Wärme gelten sollten.

Für weisses Eisen nahm er 275 c an, wovon jedoch 35 als Werth der latenten Wärme gerechnet waren.[1])

Die Festsetzung der Schlackenschmelzwärme ist weit schwieriger, weil die Schlacken in ihrer Zusammensetzung sehr schwanken und damit auch der Wärmeconsum wechselt.

1) Versuche mit heissem Thomasmateriale aus dem Cupolofen eines grossen Werkes ergaben 250—260 c.

Eine Bestimmung von Minary und Résal für ein eisenreiches Product ergab 336 c, welche Ziffer zu niedrig sein dürfte.

Man sieht hieraus, wie wenig Material vorhanden ist, um diese Werthe festzulegen, und es ist deshalb stets zu empfehlen, mit dem Calorimeter vorzugehen.

B. Der Wärmehaushalt gewöhnlicher Tiegelöfen.

Die in einem Tiegelofen mit gewöhnlichem Zuge verbrennenden Cokes verwandeln sich vorherrschend in Kohlenoxyd, da höchstens am Schlusse des Schmelzens, wenn die Kohlen niedersinken, die am Roste gebildete Kohlensäure unreducirt nach dem Fuchse gelangen kann. Der Kohlenstoff entbindet bei seiner Verwandlung in Kohlenoxyd bekanntlich 2400 Wärmeeinheiten pro Einheit und 1 kg Cokes von etwa 90 Proc. Kohlenstoffgehalt, also sehr rein und trocken, würde hiernach nur 2160 Wärmeeinheiten entwickeln.

Vergleicht man diesen Werth und den pro kg Roheisen angenommenen Wärmeaufwand, so ergeben sich für das Tiegelschmelzen als theoretisch erforderlich $\frac{300}{2160}$ kg Cokes pro kg Roheisen, d. h. 0,1388 kg Cokes von 90 Proc. Kohlengehalt.

Je reiner der Brennstoff, desto günstiger ist naturgemäss das Verhältniss, doch ist die Annahme von 90 Proc. C. in dem Brennstoffe schon recht günstig.

Der wirkliche Brennstoffverbrauch eines Tiegelofens ist indessen viel bedeutender als das eben gefundene Resultat.

Karsten, zu dessen Zeit der Tiegelguss noch verbreiteter war als jetzt, giebt für 1 kg Roheisen einen Verbrauch von 3,00—4,50 kg Cokes (oberschlesischer Herkunft) an. Es wurden hiernach nur 3,08—4,95 Proc. des Brennstoffverbrauches auf die eigentliche theoretische Leistung verwendet, meist aber noch weniger.

Der grosse Mehrverbrauch gegen die theoretische Annahme lässt sich begründen:

a) durch die Leitungsverluste nach der Esse hin,

b) durch das Missverhältniss der Tiegeloberfläche und der geheizten Ofeninnenfläche.

Man kann verbessernd einwirken:

ad a) durch Verengung des Fuchses und Anwendung von Unterwind,

ad b) durch Anwendung möglichst grosser Tiegel oder Einstellen mehrerer Tiegel in einen Ofenschacht.

Wie weit man es schon früher durch Vergrösserung der Einsätze und durch continuirlichen Betrieb bringen konnte, beweisen Ziffern von Guettier, welcher einen Verbrauch von 0,8—2,0 kg Cokes pro kg Eisen als Grenzwerthe der Leistungen angiebt, dabei aber bemerkt, dass der Verbrauch nie unter 0,8 kg herabsänke.

Man sieht hieraus, dass selbst im günstigsten Falle nur 0,1388 kg von 0,8 kg Brennstoff, also 16,93 Proc., welches auch mit einer älteren Angabe von Siemens stimmt, benutzt werden.

In jener Zeit betrieb man auch die Tiegelöfen weit häufiger und anhaltender, was heut zu Tage höchstens bei schmiedbarem und Stahlgusse noch vorkommt, während Gusseisen nur selten noch den Tiegelofen massenweise passirt.

Da die angegebenen Ziffern deshalb weit entfernt sind, allgemeine Gültigkeit zu beanspruchen, so erscheint es nothwendig, auf neuere Ermittelungen zurückzukommen.

Zuvor ist aber zu bemerken, dass es bei den vorstehenden Annahmen auch an klaren Voraussetzungen für den Verbrennungsvorgang gefehlt und vielfach falsche Annahmen gemacht wurden.

Die neueren Ermittelungen betreffen aber leider im Allgemeinen nicht die Roheisenschmelzerei im Tiegel, sondern die Stahldarstellung, weil über jene Angaben nicht vorliegen. Für die Beurtheilung des Wärmehaushaltes der Oefen ist dies auch gleichgültig, da ja der höheren Stahlhitze auch die entsprechend gesteigerte Temperatur des Stahlflusses gegenübersteht.

Der Brennstoffverbrauch in den gewöhnlichen Windöfen wurde für eintiegelige Oefen ältester Construction auf 5—6 kg pro 1 kg Stahl angegeben; zweitiegelige sollen nur 3,3—4,0 kg, viertiegelige 1,8—2,5 kg verbraucht haben; doch ist die letzte Ziffer als Ausnahme aufzufassen, da noch in neuester Zeit 2,5—3 kg als Brennstoffaufwand pro kg Stahl genannt wird. (Beckert, Eisenhüttenkunde, S. 335.)

Auf österreichischen Werken hat man bei Unterwindbetrieb (100 bis 280°) und Verwendung von Holzkohle in siebentiegeligen Oefen angeblich nur 2,0—2,26 kg, bei anhaltendem Betriebe sogar nur 1,50—1,75 kg gebraucht, während der Holzkohlenverbrauch bei anderen Hütten desselben Landes oft 8—9 kg erreichte. (Kerl, Metallurgische Hüttenkunde, Bd. III, S. 724.)

Der Verfasser hat bei der Bearbeitung der Gruner'schen Studien über die Ausnutzung der Wärme in den Oefen der Hüttenwerke (Dingler's Journal 1876, Bd. 220, S. 247) Folgendes über die Wärmeleistungen des gewöhnlichen Stahltiegelofens zu bemerken gehabt:

Guter gewöhnlicher Stahl erfordert nach der Gruner'schen Annahme beim Schmelzen von Chargen von 20—25 kg 3 kg Cokes oder rund 2,5 kg reinen Kohlenstoff pro kg Metall, sobald vier Tiegel im Ofen stehen.

Daraus berechnete Gruner für die ausschliessliche Production von Kohlensäure eine Wärmeproduction von 20 200 Calorien, der nur die durch eigene Versuche ermittelte Schmelzwärme des Stahls mit 350 Calorien gegenüber stehen sollte, was einen Nutzeffect oder ein Güteverhältniss von nur 1,7 Proc. ergeben würde.

Diese Folgerung bestritt der Verfasser, wie auch die Aeusserung Gruner's, dass in den Windöfen nur ein Theil des Kohlenstoffes in Kohlenoxyd überginge, und stellte dagegen die auch hier zu Grunde gelegte Behauptung auf, dass die Hauptmasse des Windofengases wohl aus Kohlenoxyd bestehen müsse und dass nur beim Sinken des Brennstoffniveaus oder wenn sich Höhlungen auf dem Roste bildeten, Kohlensäure in wirksamer Menge entstehen **könne**. Diese Ansicht vertritt der Verfasser auch heute noch, weil ihm eigene Versuche gezeigt haben, dass schon bei

sehr mässiger Beschüttung eines Windofenrostes brennbares Gas entsteht, also mit vorherrschendem Kohlenoxyde.

Die weitere Gruner'sche Annahme, dass die Hälfte des Kohlenstoffes zu Kohlenoxyd, die andere Hälfte zu Kohlensäure verbrennen, und dass alsdann 1 kg Stahl $\left(\frac{8080 + 2473}{2}\right) \times 250$ oder 13190 Calorien nöthig habe und der Nutzeffect auf 2,9 Proc. stieg, ist heute ebenfalls anzuzweifeln, seitdem die Untersuchung der Hochofengase (die ja Kohlensäure aus der Reduction der Eisenerze und direct aus den Zuschlägen und Erzen zugeführt erhalten) ein Verhältniss zwischen dem Kohlenoxyd- und dem Kohlensäurekohlenstoffe ergeben hat, das zwischen 3 : 1 und 4 : 1 bei mittleren Leistungen wechselt.

Man kann hiernach annehmen, dass weniger denn 20 Proc. des Kohlenstoffes im Windofen sich in Kohlensäure verwandeln, bis Gasanalysen etwas Anderes beweisen.

Es stellt sich dann das Güteverhältniss für den von Gruner angenommenen Fall, wie folgt:

Die Kohle entwickelt zunächst $0{,}5 \times 8080 + 2{,}0 \times 2400$ oder 8840 Calorien, die jenen von Gruner gefundenen 350 Calorien, die vielleicht zu niedrig für wirklich betriebsmässig verflüssigten Gussstahl sind, gegenüber stehen. Daraus würde sich ein Güteverhältniss von $\frac{35000}{8840}$ oder fast 4 Proc. herausrechnen.

Bei der damals schon zu Grunde gelegten Durchschnitts-Wirkungswerthsziffer des Hochofenkohlenstoffes, wie sie Gruner selbst ermittelt gehabt, kamen immerhin 4,3 Proc. als Minimaleffect heraus.

Das einzige Mittel, diesem immer noch geringen Ergebnisse aufzuhelfen, ist der Gebläsebetrieb, der durch Verminderung des Brennstoffverbrauches wirksam wird und die Temperatur steigert, wie man sich im Kleinbetriebe leicht überzeugt.

Noch verdient hervorgehoben zu werden, dass transportable Tiegelöfen, z. B. der Bd. I, S. 481 u. 470 besprochene und abgebildete Ofen von Piat in Paris, erhebliche Vorzüge in Bezug auf Brennstoffverbrauch ergeben hat, weil der Tiegel das Feuer nicht verlässt und der Betrieb kaum unterbrochen wird, wenn der Guss stattfindet.

Nach neueren Mittheilungen von C. Steffen (Stahl u. Eisen 1890, S. 189) hat man in den Werkstätten des Erfinders, wo der Referent den Ofen im Betriebe sah, mit 15 cm Wasserdruck in 22 Minuten 100 kg Kupferbronce mit 12 kg Cokes (Giessereiqualität) fertig eingeschmolzen, während angeblich mit gewöhnlichem Tiegelofenbetriebe 32—36 kg pro 100 kg Schmelze erforderlich waren und die Schmelzung die doppelte Zeit in Anspruch nahm.

Es wurden ferner nach einander 100 kg Kupferbronce, dann 100 kg Giessereieisen und 100 kg Stahlabfälle in etwa zwei Stunden Zeit eingeschmolzen, wobei ein Arbeiter zur Ofenbedienung genügte, obschon der Tiegel nach dem Kupferschmelzen gewechselt werden musste.

Ueber den Brennstoffverbrauch beim Gusseisen- und Stahlschmelzen wird nur angegeben, dass derselbe nicht höher sei als beim Cupolofen, also höchstens 15 Proc. (Annahme für kleine Oefen.)

Rechnet man die für das Schmelzen von Kupferbronce gemachte positive Angabe von 12 Proc. in Wärme um, so ergäben 12 Einheiten pro 100 kg Metall bei 90 ‰ Kohlenstoffgehalt (da Giessereiqualität betont ist) 8,6 Einheiten Kohlenstoff. Da Gasanalysen ebenfalls fehlen, ist man auf Annahmen angewiesen und kann die Gruner'sche Annahme, dass $\frac{1}{2}$ Kohlenstoff zu CO, $\frac{1}{2}$ zu CO^2 verbrennen, einstweilen Platz finden, da das Gas des Piatofens jedenfalls kohlensäurereicher ist, als das des Hochofens.

Es ergeben sich daher als erzeugte Wärme 4,3 × (2400 + 8080) oder 90 128 Calorien, denen (da Gruner für reines Kupfer 165 Calorien Schmelzwärme gefunden hat) 100 × 165 oder 16 500 Calorien gegenüberstehen, was ein Güteverhältniss von $\frac{16\,500}{90\,128}$ oder über 17 Proc. ergiebt. Dies dürfte für Tiegelöfen ein Maximum sein, wenn es überhaupt regelmässig erreicht werden kann, was bis zur Bekanntgabe genauerer Untersuchungen dahingestellt bleiben muss.[1])

C. Der Wärmehaushalt neuerer Tiegelöfen.

Der Wärmehaushalt anderer, z. B. der mit Heizgas verschiedener Herkunft betriebenen Tiegelöfen ergiebt wegen der besseren Ausnutzung der Brennstoffe an sich schon bessere Resultate, wozu auch noch der Umstand beiträgt, dass derartige Oefen eine grössere Anzahl von Tiegeln aufzunehmen vermögen und meist nur für continuirlichen Betrieb gehen. (Vergl. Bd. I, Taf. III, S. 485.)

Dieser Betrieb bewegt sich aber stets auf dem Gebiete der Stahlfabrikation, sei es des eigentlichen Gussstahles oder des Formgusses aus Stahl.

Für Stahlfabrikation giebt Siemens den Kohlenaufwand bei Steinkohlen auf 100—150 Proc. der Einsätze an; bei Braunkohlen auf 200 bis 400 Proc. Gruner in seiner bereits citirten und benutzten Arbeit führt nach A. Holtzer in Firminy an (wo 12—18 Tiegel auf der Sohle eines Ofens stehen), dass von 180 Proc. derartiger Kohlen etwa 150 Proc. reiner Kohlensubstanz entsprechend verbraucht würden.

1) Es mag hier noch eine den Tiegelbetrieb betreffende Notiz Platz finden, welche eigentlich auf S. 10 gehört.

Interessant für den Verlauf des Tiegelgusses sind die von Crossley gelegentlich einer Arbeit über die Carbide des Roheisens (Mining and Smelting Magazine IV, p. 157) gemachten Versuche, ein Roheisen öfters umzuschmelzen und die Veränderung des Kohlegehaltes nachzuweisen. Ein Roheisen wurde drei Mal nach einander umgeschmolzen und zeigte nach dem ersten Umschmelzen die Charaktere von Nr. 3 des Handels, d. h. war mit Graphit bedeckt; nach dem zweiten Schmelzen war es heller geworden und entsprach der Nr. 4; nach dem dritten Schmelzen zeigte sich bereits leicht halbirte Textur und die Qualität war gleich der von Nr. 5.

Der Kohlenstoffgehalt betrug im angewandten Roheisen . .	3,93 Proc.,
nach dem ersten Umschmelzen	3,86 „
nach dem zweiten Umschmelzen	3,90 „
nach dem dritten Umschmelzen	3,95 „

Aus der ausserordentlich geringen Veränderung im Kohlenstoffgehalte lässt sich die Geringfügigkeit des etwa verschlackten Eisenabbrandes schliessen, da sich sonst die Verhältnisse um mehr als um 4—5/100 Proc. alterirt haben würden.

Möglicherweise reducirt sich der vorausgesetzte Eisenverlust noch mehr, da das Roheisen auch noch andere Bestandtheile verloren haben kann.

Beckert giebt für Stahlöfen mit Wärmespeichern überhaupt einen Brennstoffverbrauch von 120—160 Proc. an, wobei anscheinend sowohl die von ihm abgebildeten oberirdischen, als auch die unterirdischen Oefen mit inbegriffen sind. Beschreibung jener folgt weiter unten.

Für die Berechnung des Wärmehaushaltes sind bei den Gasöfen die Voraussetzungen scheinbar einfacher, da die vollkommene Verbrennung der brennbaren Brennstoffelemente allein hier die richtige Voraussetzung für den Vorgang der Wärmeerzeugung bildet.

Die ausserordentlich gesteigerte Räumigkeit des Ganzen, Generator, Leitung, Ofen, Speicher und Kamin eingeschlossen, beansprucht aber dafür auch einen wieder grösseren Wärmeverbrauch als der einfache Tiegelofen, weshalb man von Vornherein nicht auf ein zu grosses Güteverhältniss rechnen darf.

Gruner berechnet auf Grund der vorher angeführten Holtzer'schen Angaben, sowie eigener Annahmen eine Wärmeproduction von mindestens 8000 × 1,5 oder 12 000 Calorien, denen die durch Versuche gefundene Schmelz- oder Giesswärme des Einsatzes mit 350 Calorien gegenüberstände, also nicht ganz 3 Proc.

Dem kann aber entgegengesetzt werden, dass der Generatorenbetrieb streng genommen nicht in die Beurtheilung der Schmelzleistung einbezogen werden darf, da die Gaserzeugung selbst zu Letzterer nur die Gaswärme beiträgt, die mit den Gasen in die Speicher gelangt.

Nimmt man an, dass 100 kg Kohle rund 500 kg Gas liefern und dass 100 kg Gas ausser Kohlensäure, Stickstoff und Wasserdampf mit rund 28 kg Kohlenoxyd 1,2 kg Kohlenwasserstoff (H_4C) und 0,6 kg Wasser enthalten (Ledebur, Gasfeuerungen, S. 43 u. ff.), so ergeben 150 kg Kohlensubstanz nachstehende Mengen der einzelnen Bestandtheile:

Kohlenoxyd	$1{,}5 \times 5 \times 28$	oder 210	kg CO^2,
	$1{,}5 \times 5 \times 1{,}2$	„ 9	„ H_4C,
	$1{,}5 \times 5 \times 0{,}6$	„ 4,5	„ H,

welche nachstehende Wärmemengen entwickeln:

$$210 \times 2\,400 = 504\,000,$$
$$9 \times 12\,000 = 108\,000,$$
$$4{,}5 \times 28\,780 = 129\,510,$$
$$\text{zusammen} = 741\,510 \text{ kg pro 100 kg Stahl,}$$

denen nach Gruner 35 000 Calorien theoretischer Wärmebedarf gegenüberstehen würden. Das giebt ein Güteverhältniss von $\frac{35\,000}{741\,510}$ oder nicht ganz 5,0 Proc., welches immer noch sehr gering aussieht, doch aber eine richtigere Beurtheilung der Ofenleistung gewähren dürfte, als jenes sehr abgerundete von Gruner.

Dann ist das Holtzer'sche Resultat an sich kein sehr gutes und steigt das berechnete Güteverhältniss schon erheblich, wenn man die für Rheinland-Westfalen geltenden Beckert'schen Ziffern benutzt.

In Betracht, dass die in Generatoren verbrannte Kohle sich gewöhnlich weder durch Reinheit, noch durch Trockenheit auszuzeichnen pflegt, kann man sie als mit 20 Proc. fremden Substanzen verunreinigt ansehen, so dass mithin höchstens 80 Proc. reine Substanz vorhanden sein dürfte.

Das Mittel der Beckert'schen Ziffern mit 140 Proc. angenommen, kämen auf 100 kg Stahleinsatz hiernach 112 Proc. Kohlensubstanz. Bezieht man den Generatorbetrieb mit ein und rechnet den Wärmeeffect der Kohlensubstanz selbst auf 8000 Calorien, so hat man einen Gesammtverbrauch von 1 008 000 Calorien, gegenüber von 35 000 Stahlwärme, also kaum 3,5 Proc. Güteverhältniss bedeutend.

Legt man aber die aus den Ledebur'schen Angaben berechneten Generator-Gasverhältnisse zu Grunde, so entstehen die Berechnungen:

$$1{,}12 \times 5 \times 28 = 156{,}8 \text{ kg } CO,$$
$$1{,}12 \times 5 \times 1{,}2 = 6{,}72 \text{ „ } H_4C,$$
$$1{,}12 \times 5 \times 0{,}6 = 3{,}36 \text{ „ } H,$$

woraus dann

$$156{,}8 \times 2\,400 = 376\,320 \text{ Calorien},$$
$$6{,}72 \times 12\,000 = 80\,640 \text{ „}$$
$$4{,}5 \times 28\,780 = 12\,510 \text{ „}$$

im Ganzen also 469 470 Calorien sich ergeben, die den 35 000 gegenüberstehen, was $\frac{35\,000}{4694{,}7}$ oder rund 7,5 Proc. Güteverhältniss ergiebt.

Gruner giebt noch an, dass der Tiegelofen für das Gusseisenschmelzen unter günstigen Verhältnissen ein Güteverhältniss von $\frac{2200}{153{,}6}$ oder 14 Proc. ergebe.

Es mag hier noch gestattet sein, die Skizze eines sogenannten oberirdischen Tiegelschmelzofens mit Wärmespeicherbetrieb anzufügen, der sich durch gute Resultate auszeichnet und viel zur Herstellung von Stahlformguss verwendet worden ist. (Vergl. beigefügte Tafel, Fig. 6—9.)

Er ist nach Beckert auf mehreren westfälischen Tiegelstahlfabriken in Gebrauch und fasst auf 2 m langem und 1,9 m breitem Herde etwa 20—25 Tiegel, von denen die äusseren Reihen von oben her durch Löcher im Gewölbe für einzutauchende Probestangen zugänglich sind.

Die innen stehenden Tiegel werden nicht untersucht, da sie ja viel heisser stehen und der Inhalt unzweifelhaft gaar ist, wenn die Untersuchung der äusseren Tiegel Günstiges ergeben hat.

Die Anlage der Wärmespeicher ist ähnlich wie bei älteren Martinöfen; eine kreuzförmige Wand trennt dieselben von einander und die Dispositionen sind in den Figuren leicht erkennbar. Die grösseren Wärmespeicher sind für die Luft, die kleineren für das Gas und die Ventilsteuerungen liegen an der einen Stirnseite neben einander.

Das Ausheben geschieht mit in den Backen gekröpften oder winkelig gebogenen Zungen, die gut fassen, und ist weniger lästig als das Ausheben aus den unterirdischen Oefen, wo man über, nicht vor der Gluth arbeiten muss. Die Zungen haben circa 3 m Länge und sind natürlich auf hoch gelegenen Laufschienen aufgehängt, um nach dem Gussplatze geführt zu werden.

Fig. 6.

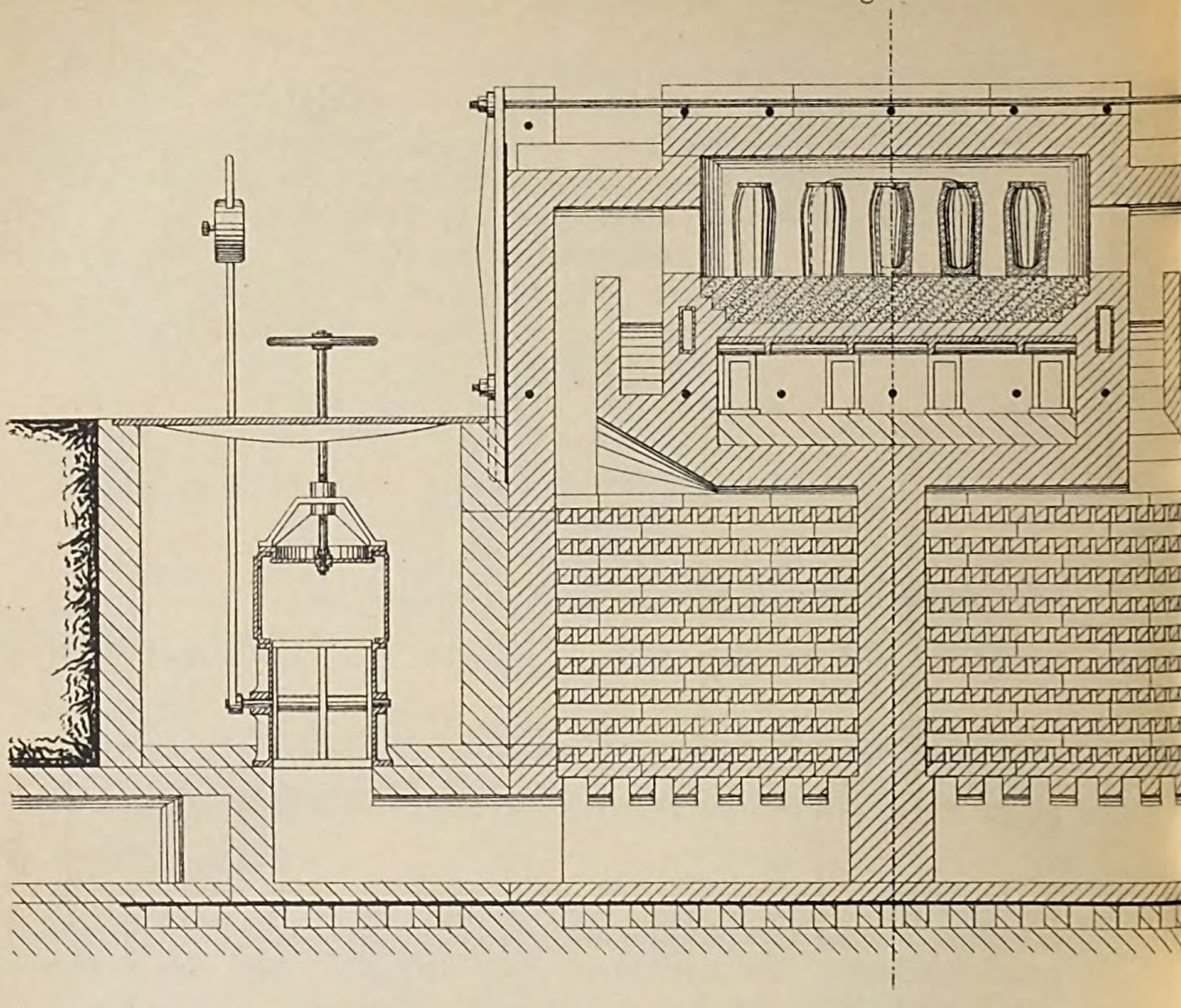


Fig. 8.

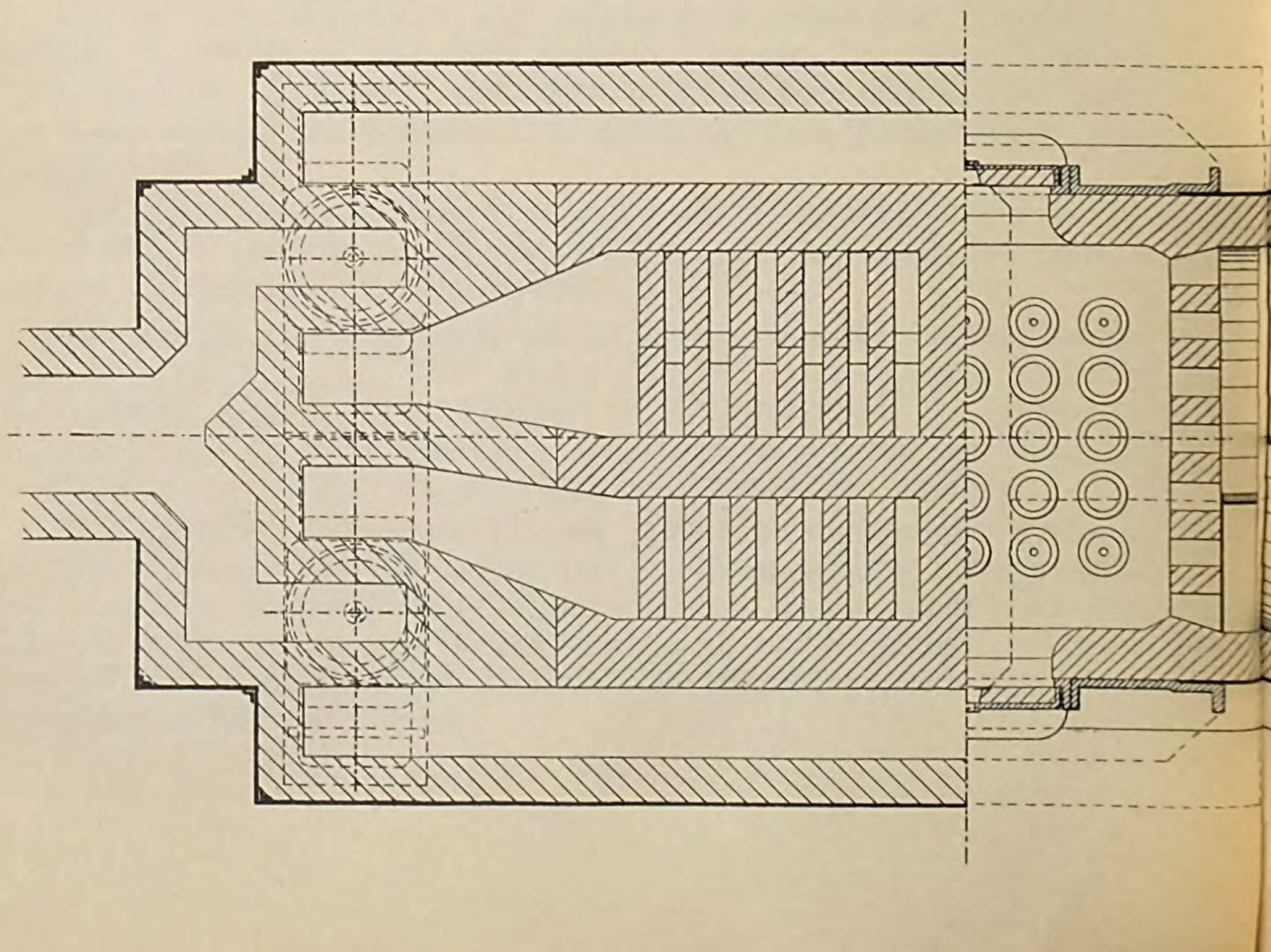
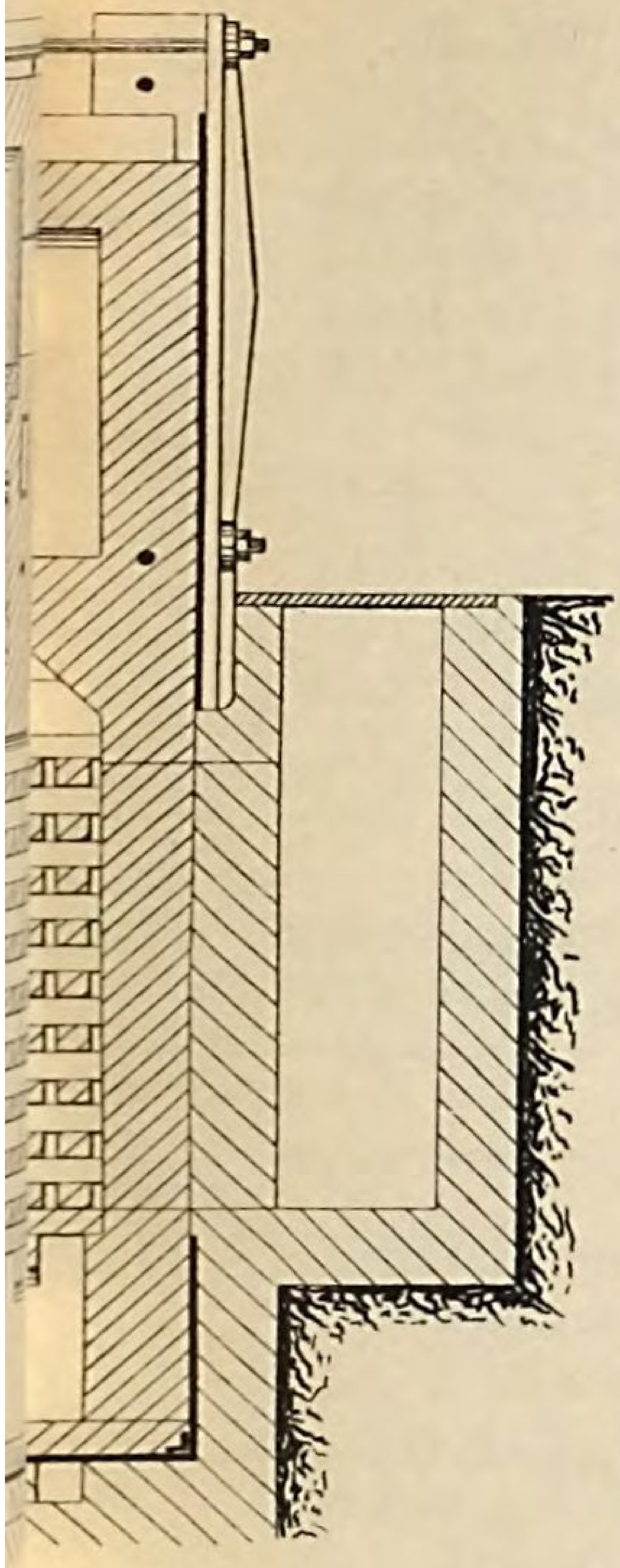


Fig. 7.



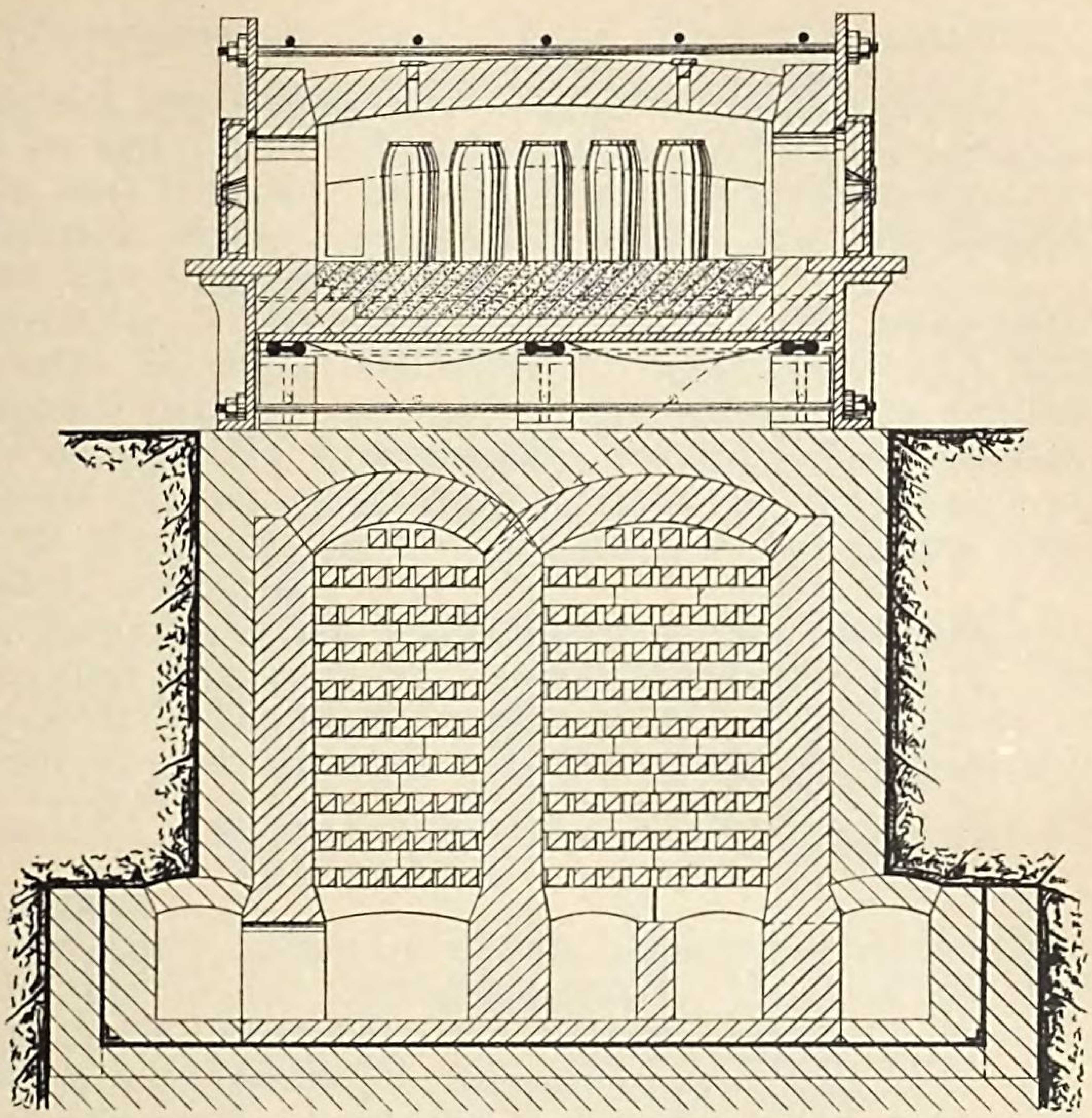
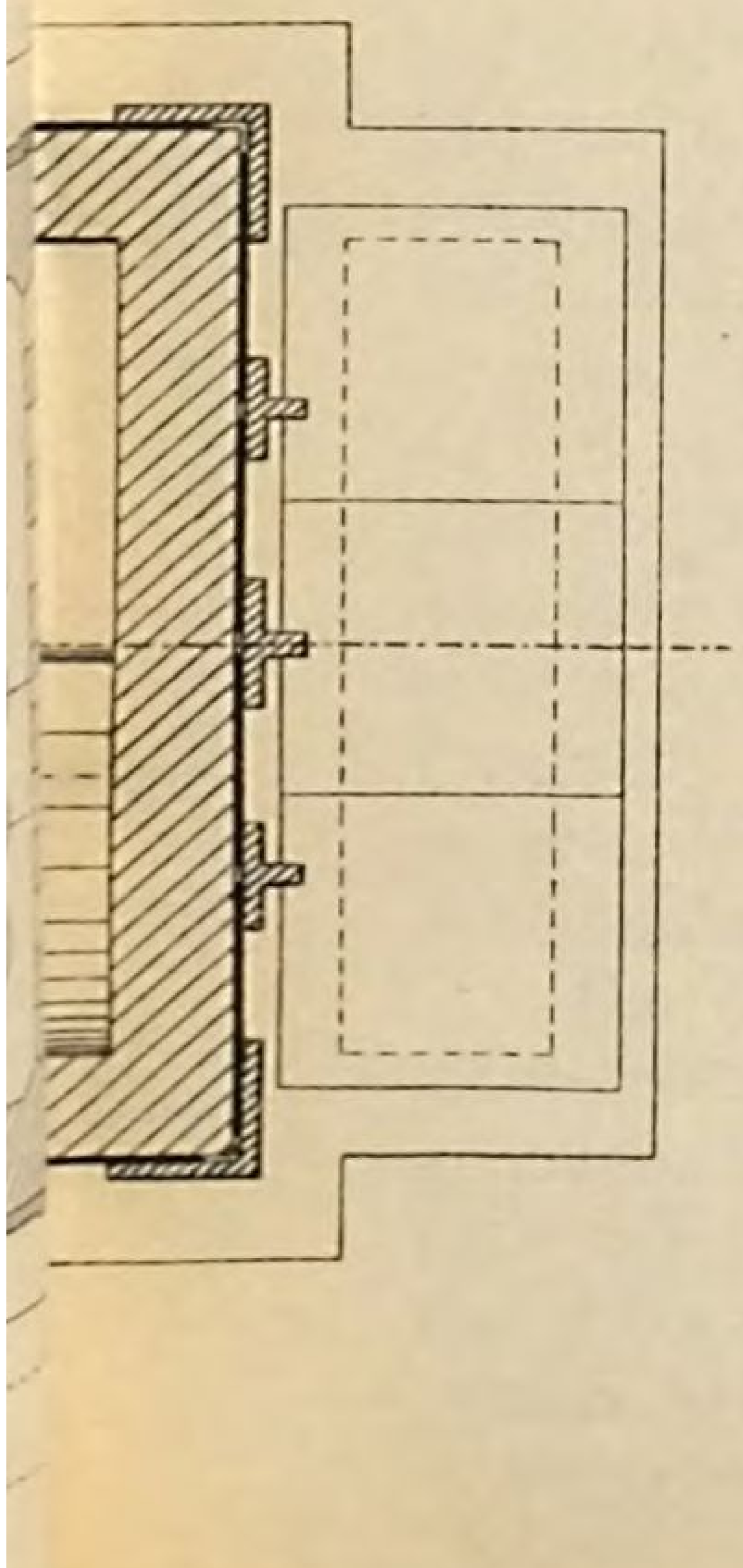
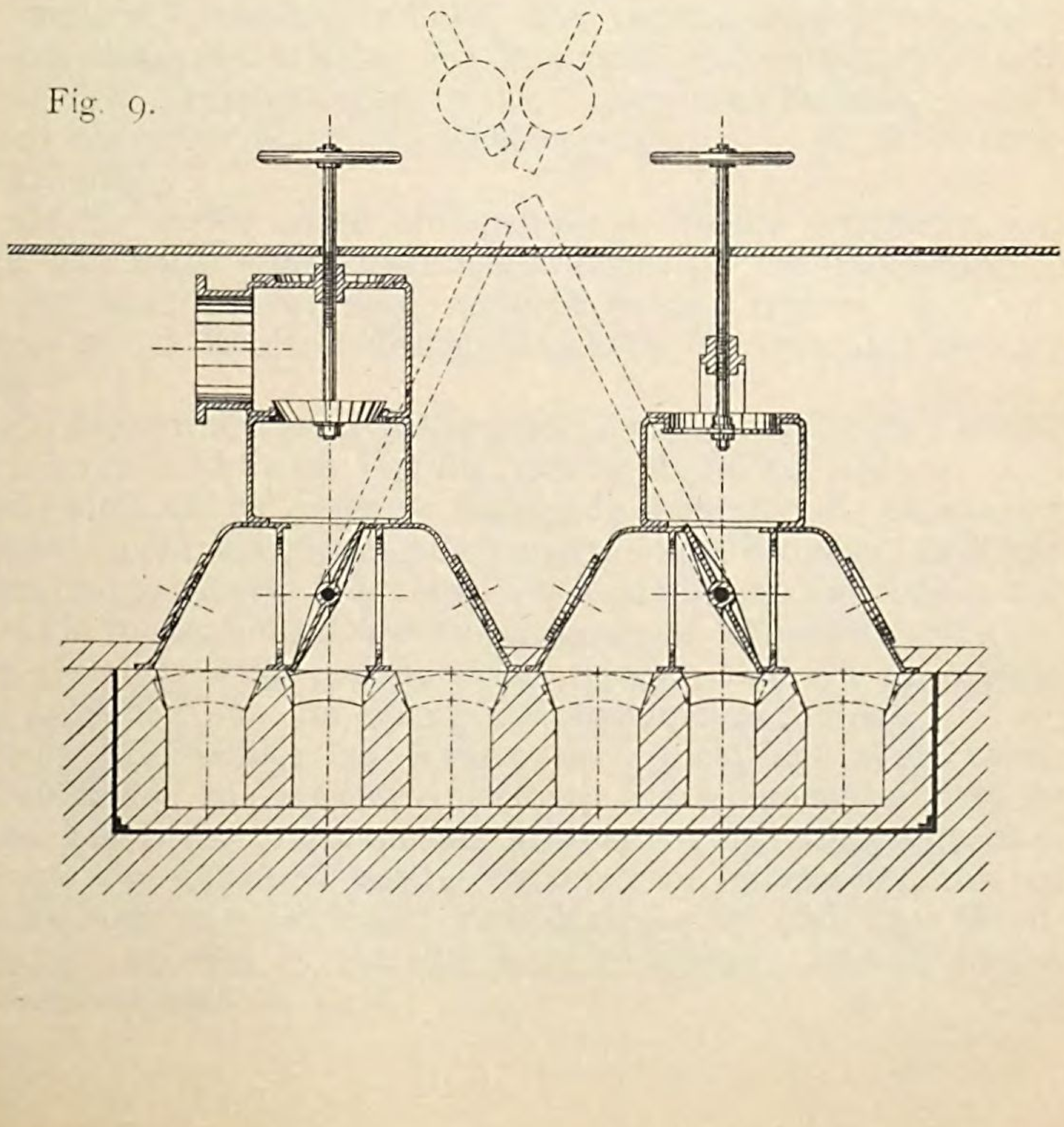


Fig. 9.





D. Der Wärmehaushalt einiger älteren Giessereischachtöfen.

Der Vergleich von theoretischer Anforderung und praktischer Leistung bietet bei den Giessereischachtöfen, den Cupolöfen, das grösste Interesse, da auch die später zu behandelnden Flammöfen ein solches nicht in gleichem Maasse beanspruchen können und der Cupolofen der wichtigste aller Giessereiöfen ist.

Wie bereits für die Tiegelöfen nachgewiesen wurde, bildet sich in Oefen mit hoher Schüttung anfänglich ein Kohlenoxyd- und Stickstoffstrom, welcher sich nur verändert, wenn Luftüberschuss vorhanden ist, oder wie im Hochofen Veränderungen der Materialien, namentlich durch Reduction der Sauerstoffverbindungen in der Beschickung eintreten, die die Oxydation des Kohlenoxydes oder die directe Zufuhr von Kohlensäure veranlassen.

Bei der Besprechung des Wärmehaushaltes der Tiegelöfen wurde angenommen, dass sehr reine und trockene Cokes (mit nur 90 Proc. Verunreinigungen) zu Kohlenoxyd verbrannt, 2160 Calorien gäben und dass unter der weiteren Annahme von 300 Calorien als Eisenschmelzwärme, folglich $\frac{300}{2160}$ oder 0,1388 kg Cokes zur Schmelzung von 1 kg Roheisen genügten.

Daraus berechnete sich auf Grund verschiedener Verbrauchsangaben ein Güteverhältniss für den Tiegelofenbetrieb, das zwischen 3,08 (selbst noch weniger) und 4,2 Proc. schwankte und nur für einen — etwas unwahrscheinlichen — französischen Fall auf 16 Proc. stieg.

Bei dem Schachtofen liegen die Verhältnisse meist anders, ohne vorab den Einfluss verschiedener Cokes und verschiedener Ofensysteme, die infolge des directen Contactes von Brennstoff und Gussmaterial sich etwa abspielenden Veränderungen in der Roheisenbeschaffenheit, sowie die hierdurch hervorgerufenen Wärmebewegungen u. s. w. in Berücksichtigung zu ziehen.

Ohne auf die in den ersten Auflagen dieses Buches versuchten und auf Schinz'sche Sätze aufgebauten Erklärungen für die Gasbildung in Cupolöfen zurückzukommen, wird versucht werden müssen, den Verbrennungsmodus des Kohlenstoffes im Cupolofen für verschiedene Fälle festzustellen.

Es kann dies auf zweierlei Weise geschehen: durch Bestimmung der Windmenge und durch Verwerthung der Gasanalyse. Obschon letztere Methode bei richtiger Befolgung unstreitig die genauesten Resultate giebt, sobald alle chemischen Vorgänge im Ofen genau in Rücksicht gezogen und genaueste Wägungen der sämmtlichen Materialien und Producte, sowie verlässliche Durchschnittsanalysen derselben vorliegen, so erfordert sie eben einen umfangreichen Apparat und ein zuverlässig arbeitendes Laboratorium, um richtig durchgeführt zu werden.

Da dieses Erforderniss bei Weitem noch nicht auf allen Eisengiessereien zu finden ist, welche Anstalten, wie schon einmal hervorgehoben, erst beginnen, sich für die Anwendung der Analyse (ausserhalb der Frage der Roheisenzusammensetzung) zu interessiren, und da die andere Methode nur den Besitz eines Manometers und einer Windtabelle verlangt, so wird es gestattet werden müssen, hier an älteren

Beispielen die eine, an neueren die andere Methode und damit auch gleich die gefundenen Werthunterschiede vorzuführen.

Als Windtabelle ist in den früheren Auflagen dieses Werkes die von Plattner (Allgemeine Hüttenkunde, Freiberg, S. 60—63) seiner Zeit veröffentlichte Neuschild'sche Tabelle benutzt worden, die nach der von Weisbach als Ergebniss von Versuchen an Düsen aufgestellten Formel:

$$9 = 395\,\mu.\ F \left(\frac{b+h}{b}\right)^{0,2953} \sqrt{3,3866\ (1 + 0,00367\ \tau)\left(1 - \left[\frac{b}{b+h}\right]^{0,2953}\right)}$$

Cubikmetern berechnet ist, in welcher b den äusseren Barometerstand, h den Manometerstand in Metern, F den Ausströmungsquerschnitt in Quadratmetern, μ den Ausfluss-Coëfficienten und τ die Temperatur bezeichnen.

Das Windquantum ist pro Minute berechnet.

In neuerer Zeit hat Julius v. Hauer Tabellen zur Berechnung von Windmengen herausgegeben, welche sich auf weitere Grenzen bezüglich der jetzt angewendeten Düsenquerschnitte und Pressungen erstrecken, auch eine einfache und leichte Correctur der Näherungswerthe für Luftvolume gestatten sollen, dann kleinere Intervalle zwischen den steigenden Einzeldimensionen erstreben und dadurch die Nothwendigkeit der Interpolation aufheben.

Für die Darlegung der Methode, die Art der Kohlenverbrennung festzustellen, spielen aber diese Vervollkommnungen keine besondere Rolle, und es dürften die Resultate kaum viel anders ausfallen, als bei der Benutzung der ersten Tabelle.

Nach Karsten's Angaben verbrauchten früher 100 kg Roheisen circa 47,6 kg Cokes, welche bei der sorgfältigen Darstellung und Lagerung wohl nicht unter 90 Proc. Kohlenstoff enthalten haben mögen.

Rechnet man unter Berücksichtigung der Anwendung von kaltem Winde und langsamem Betriebe bei sehr geringer Gichtflamme, dass sämmtlicher Kohlenstoff in Kohlenoxyd übergegangen sei, so würden 13,88 kg hinreichend gewesen sein, die Schmelzung zu bewirken, und nahezu 60 Proc. des ganzen Brennstoffconsums sind als Verlust anzusehen, herbeigeführt, ausser durch die unvollkommene Verbrennung, durch die Erhitzung des Windes, durch den langsamen Gichtenwechsel und durch die heiss abziehenden Gase, die in den niedrigen Oefen nicht im Stande waren, genügend Hitze an den Einsatz abzugeben.

Durch Einführung der Winderhitzung änderten sich angeblich die Verhältnisse dahin, dass 22,75 Proc. Cokes verbraucht wurden; so auffällig dieses schien, so dachte man doch nur an eine Wärmeersparniss, nicht an Verbesserung der Verbrennung. Man nahm an, es würde bei höherer Temperatur des Windes und vermehrter Pressung (infolge der erfolgten Ausdehnung) zunächst nur das Quantum Brennstoff erspart, welches der Erwärmung des Windes entsprach.

Nach den von Karsten gegebenen Abbildungen der älteren Gleiwitzer Oefen sind dieselben mit zwei Düsen von je 2 Zoll = 0,0523 m Durchmesser versehen gewesen und (einen Manometerdruck von 1 bis $1^1/_2$ Zoll oder 25—40 mm Quecksilber auf kalte Luft bezogen vorausgesetzt) mit 258,4—312,6, also im Mittel 285,5 Cubikfuss oder 8,83 cbm Luft gespeist worden.

Nach älteren Mittheilungen von Wachler (Oberschles. Hefte, Bd. V, S. 17) schmolz man in jener Zeit auf dem Gleiwitzer Werke so langsam, dass man in einer Stunde, also in 60 Minuten, nur 13 Ctr. oder etwa 650 kg durchsetzte, also etwa 10,8 kg pro Minute.

Diese 10,8 kg erforderten, wie oben angegeben, nach Einführung der Winderhitzung 22,75 Proc. Cokes, also 2,46 kg Cokes mit 90 Proc. oder 2,214 kg reinen Kohlenstoff.

Zu dessen Verbrauch sind nun nach Früherem 2 × 8,83 cbm Luft, = 23 kg, mit rund 5,3 kg reinem Sauerstoffe vorhanden, welche weit mehr als den Bedarf zur Kohlenoxydbildung geben; denn da 4 Sauerstoff und 3 Kohlenstoff 7 CO geben, verlangen die 2,214 kg Kohlenstoff $2{,}214 \times \frac{4}{3}$ oder 2,952 kg Sauerstoff.

Es bleibt also ein Ueberschuss von 2,348 kg Sauerstoff, der den gesammten Kohlenstoff weiter oxydiren und noch einen Luftüberschuss lassen konnte.

Demnach ist die Wärmeberechnung einfach Mangels genauerer Nachweise auf 2,214 × 8080 oder 17 808,42 Calorien zu setzen, denen als Schmelzwärme des Eisens 10,8 × 300 oder 3240,0 gegenüberstehen, so dass der Wärmeverlust 14 668,42 oder über 80 Proc. beträgt.

Die mangelhaften Angaben lassen dieses Beispiel und seine Folgerungen unsicher erscheinen, und es ist mehr wie wahrscheinlich, dass nicht der Brennstoffconsum nach der Einführung der Winderhitzung, sondern die alte Ziffer maassgebend ist.

Dieselben Oefen wurden späterhin mit noch immer schlechtem Brennstoffe (Cokes aus schwach backenden Staubkohlen und stückigen Sinterkohlen) betrieben und hatten noch dazu ein zu überhitzendes Roheisen von leicht grell werdender Beschaffenheit zu verarbeiten. Infolgedessen wurde mit starker Pressung, 2—3 Zoll im Mittel, also 65 mm Quecksilber geblasen und dabei Düsen von 2—2½ Zoll, schliesslich meist 2 Zoll oder 52 mm angewendet.

Die Cokes selbst ergaben höchstens 60 Proc. Kohlenstoff; stellenweise bestanden die meisten Stücke aus einem losen Conglomerat von halb vercokten Sinterkohlen, Schieferstückchen u. s. w., nur locker durch eine blasige Hülle von mässig geflossenen Cokes zusammengehalten.

Wie bereits auf S. 28 angegeben ist, betrug die Brennstoffmenge, auf den Einsatz bezogen, 40,5, auf die Gusswaarenmenge zurückgeführt, 47 Proc. Cokes.

Nimmt man 40,5 an, so kommen etwa 24,30 kg Kohlenstoff auf 100 kg Einsatz oder pro kg 0,243. Da bei einem durchschnittlichen Satze von circa 875 kg pro Stunde in der Minnte 14,6 kg verschmolzen sind, so wurden in gleicher Zeit 14,6 × 0,243 oder 3,548 kg Kohlenstoff verbrannt.

Um die Verbrennungsumstände nach den Windtabellen präcisiren zu können, sind folgende Rechnungen angestellt:

Die Windmenge beträgt nach den v. Hauer'schen Tabellen für zwei Düsen von 52 mm und für 65 mm Druck 25,8 cbm pro Minute, d. h. 33,54 kg Luft mit 7,72 kg Sauerstoff.

Dieselben verlangen 3/8 ihres Gewichtes Kohlenstoff zur Kohlensäurebildung und 3/4 zur Kohlenoxydbildung, im ersten Falle also 2,9 kg, im

Letzteren 5,8 kg, so dass der Charakter der Verbrennung immer noch der einer vorherrschenden Kohlensäurebildung ist, was entschieden bei schwachem Betriebe auf übermässig starke Windführung hindeutet.

Die Wärmemenge für 14,6 kg Eisen ist 300 × 4380 Calorien und die producirte Wärme steht dagegen mit 3,548 × 8080 oder 28 668 Calorien, was ein Güteverhältniss von höchstens $\frac{4380}{286,68}$ oder 15—16 Proc. bedeutet.

Man nahm früher im Interesse der Oekonomie dieser Oefen an, dass die Erhitzung des Eisens, welches übrigens jedes Spiel verloren hatte, wenn es aus dem Ofen kam, bis auf die äussersten Grenzen, die mit einem Cupolofen zu erreichen waren, getrieben wurde; ausserdem, dass bei diesen Oefen die Leitungs- und Strahlungsverluste sehr gross waren (der Mantel des unteren Schachtes zeigte sich bisweilen schwach rothwarm, namentlich wenn das Futter ausgeschmolzen war). Immerhin befanden sich diese alten Betriebe auf falschem Wege und bliesen im Verhältniss zur Durchsatzmenge mit zu hohem Drucke und zu engen Düsen.

Ausserdem absorbirten jedenfalls die Schlackenmassen, die sich durch Ausfressen der Schächte, Unreinheit der Cokes u. s. w. reichlich bildeten, grössere Wärmemengen.

Die Cupolöfen der Kgl. Eisengiesserei zu Berlin arbeiteten, wie schon früher erwähnt worden ist, ebenfalls mit verhältnissmässig gepresstem Winde, von einem wirklichen Cylindergebläse geliefert, und verbrauchten circa 22 Pfd. beste englische Cokes pro 100 Pfd. Einsatz. Da die Oefen bekanntlich weite Gestelle und enge Oberschächte hatten, so wurde die Intensität der Verbrennung durch die starke Windpressung etwas gesteigert, doch aber nicht so weit, um die Kohlensäureproduction stark hervortreten zu lassen, wie die Rechnung zeigen wird.

Das Gebläse lieferte pro Minute etwa 55,656—61,84 cbm Wind nach dem Regulator, wo ein Druck von circa 80 mm Quecksilber als das Maximum, gewöhnlich nur von 52 mm, wahrgenommen wurde. Die Oefen wurden nur mit 3—4 von den 6 Düsen betrieben, und es hatten dieselben 40 mm mittleren Durchmesser, wenn sie neu eingesetzt waren.

Nimmt man an, dass der Druck durch Leitungsumstände u. s. w. im Windkasten nur noch 25 mm Quecksilber beträgt, so ergiebt sich nach der citirten Tabelle ein aus den Düsen strömendes kaltes Windquantum von circa 18 cbm oder 23,4 kg pro Minute.

Nach einer überschläglichen Rechnung wurden pro Minute 35 Pfd. oder 17,5 kg Eisen durchgesetzt, so dass pro 100 kg Eisen etwa 133,7 cbm Luft in den Ofen traten oder 163,8 kg, welche 37,674 kg Sauerstoff enthielten.

Die obigen 22 kg Cokes bester Qualität kann man mit nicht weniger als 95 Proc. Kohlenstoffgehalt in Rechnung stellen; sie entsprachen also 20,90 kg Kohlenstoff.

Dieser verlangte, um in Kohlenoxyd überzugehen, 27,9 kg Sauerstoff, so dass von dessen Gesammtquantum von 37,674 kg noch ein Ueberschuss von 9,774 kg übrig blieb, welcher der weiteren Oxydation von 7,3 kg Kohlenstoff entsprach, also circa $^1/_3$ der ganzen Masse.

Die entwickelte Wärmemenge berechnet sich hiernach in folgender Weise:

7,3 kg	Kohlenstoff verbrannten zu Kohlensäure und gaben	59 126 Calorien,
13,6 „	Kohlenstoff verbrannten zu Kohlenoxyd und gaben	32 640 „
20,9 kg	zusammen also	91 766 Calorien,

denen 30 000 Calorien gegenüberstehen, also nicht ganz der dritte Theil der erzeugten Wärme, so dass das Güteverhältniss etwas über 30 Proc. kommt. Auch in diesem Falle muss man annehmen, dass das Eisen höher erhitzt wurde als zu 1500°, namentlich in einigen Stadien der Schmelzcampagnen, wenn Kunstguss und feiner Maschinenguss aus sehr haltbarem Eisen gemacht werden sollten.

Der Dicke des Ofenfutters wegen konnte der Strahlungsverlust nur gering sein, während die Leitungsverluste und die Erwärmung der Gebläseluft das Meiste des verbrauchten Brennstoffüberschusses beansprucht haben dürften.

Die älteren Cupolöfen der Magdeburgischen Actiengesellschaft u. s. w., welche S. 41 Berücksichtigung gefunden haben, erhielten einen nur schwach gepressten Wind wegen Mangels genügender Ventilatorenkräfte und bliesen mit angeblich 15 mm Quecksilber, je nach der Grösse und Schwere der Güsse, und durch zwei Düsen von 155 mm Weite.

Die Oefen von etwa 1 m Weite schmolzen pro Stunde etwa 55 Ctr. durch und erforderten 15 kg Cokes pro 100 kg Durchsetzquantum; da die Cokes ebenfalls aus England bezogen wurden und sich ziemlich rein darstellten, so konnte man mit derselben Berechtigung wie bei den Berliner Oefen rund 95 Proc. Kohlenstoff in denselben annehmen, also 14,25 kg pro 100 kg Roheisen. Die Windmenge, welche pro Minute in den Ofen tritt, ist nach der Tabelle etwa 55 cbm für eine, 110 cbm für zwei Düsen, sobald die Angaben der 6 Zoll (55 mm) grossen Formen und der Pressung richtig waren. Da in der Zeit einer Minute 45,83 kg Roheisen durchgesetzt wurden, eine Zahl, die von den Angaben früherer Beispiele bedeutend abweicht, befremdet der höhere Windconsum nicht länger.

Berechnet man denselben auf 100 kg Roheisen, so erhält man circa 240 cbm kalte Luft = 312 kg, in welchen etwa rund 71,76 kg Sauerstoff sich vorfinden, die jene 14,25 kg Kohle verbrennen.

Das Verhältniss, in welchem die Verbrennung geschah, ergiebt sich sofort aus dem Vergleiche der beiden Werthe; es kann den angegebenen Verhältnissen nach nur Kohlensäure producirt worden sein, oder es musste ein grosser Theil der Luft entwichen sein, ohne gewirkt zu haben. Ein solcher Vorgang würde aber andererseits abkühlend auf das Eisen gewirkt und dadurch den Cokesverbrand gesteigert haben.

Jene 14,25 kg Kohlenstoff beanspruchen zur Kohlensäurebildung nur 38 kg Sauerstoff, also sehr viel weniger, als durch das Gebläse geliefert wird.

Es stehen sich mithin gegenüber 14,25 $\times$ 8080 oder 115,059 Calorien producirter Wärme und 100 $\times$ 300 oder 3000 Calorien Gusswärme, woraus ein Güteverhältniss von etwa 26 Proc. entsteht.

Ein Verbrennungsverhältniss, wie das eben berührte, gehört an sich zu den Seltenheiten, und es ist anzunehmen, dass die Angaben hinsichtlich des Brennstoffverbrauches und der Düsenweiten, sowie des Druckes nicht correct waren.

Der Maillard'sche Cupolofen, dessen Einrichtung im ersten Bande (S. 519, Fig. 25 u. 26) ausführlich beschrieben wurde, weil einige Details desselben sich auch recht gut bei anderen Oefen verwerthen liessen, dessen ganze Betriebsweise jedoch nicht gleiche Vortheile bieten würde, lieferte die nachstehend in Rechnung gebrachten Resultate:

Man blies immer mit zwei einander gegenüberstehenden Formen zugleich, von denen jede 145 mm Weite hat, und wandte eine Pressung von nur rund 12 mm Quecksilber an. Dabei erzielte man pro Stunde circa 1500 kg sehr hitziges Roheisen und brauchte auf 100 kg Roheisen etwa 10,29 Pfd. Cokes, wovon 6,08 zum Umschmelzen selbst dienten; der Abbrand stieg auf noch nicht 4 Proc.

Die Windmenge pro Minute beträgt nach den gemachten Angaben für beide Formen etwa 89 cbm oder 115,7 kg; in derselben Zeit wurden circa 25 kg Eisen durchgesetzt, welche 2,57 kg Cokes beanspruchen, denen die 115,7 kg gegenüberstehen.

Diese Verbrauchsziffer rechtfertigt also die Annahme der ausschliesslichen Kohlensäureproduction.

Unter der Annahme sehr guter Cokes mit 95 Proc. Kohlenstoff ist der Effect derselben $9{,}8784 \times 8080$ oder 79 817 Calorien, denen mithin 30 000 Calorien gegenüberstehen, wonach ein Güteverhältniss von über 37 Proc. sich ergiebt.

Die älteren Ireland'schen Cupolöfen ergeben folgende theoretische Vergleiche.

Die grossen Cupolöfen, welche Ireland zu Bolton erbaut (Bd. I, S. 532, Taf. VII), wurden bekanntlich zum Gusse einer Dampfhammerchabotte errichtet, welche für das dortige Bessemerwerk dienen sollte.

Der Ofen, welcher 4 Formen von 8 engl. Zoll Weite = 203 mm und 16 Formen von 3 Zoll Weite = 76 mm hatte, wurde mit Wind von einer gleichmässigen Pressung von etwa 25 mm Quecksilber betrieben und schmolz in $8^3/_4$ oder, nach Anderen, in nur 8 Stunden 11 000 kg Eisen nieder.

An Cokes waren, einschliesslich der Füllung, $1^1/_4$ Ctr. = 140 Pfd. oder 63,5 kg engl. Cokes pro Tonne Durchsatz oder 2240 Pfd. = 1016 kg erforderlich oder rund 6,2 kg pro 100 kg.

In welcher Weise die Verbrennung stattgefunden, lässt sich folgendermaassen bestimmen:

Durchgesetzt wurden pro Minute 512,5 engl. Pfd. oder 232,5 kg Roheisen (nebst Stahlabfällen in geringer Quantität), welche nach obiger Relation etwa 32 engl. Pfd. oder 14,5 kg Cokes mit eventuell 13,05 kg Kohlenstoff (in diesem Falle auf 90 $^0/_{00}$ angenommen) beanspruchten.

Die Windmenge pro Minute ergiebt sich nach der erwähnten Windtabelle auf

18,22 cbm für jede obere Form und auf
214,80 cbm für jede untere Form.

Mithin beträgt die gesammte Windzufuhr
durch die 8zölligen Formen 291,5 cbm,
durch die 3zölligen Formen 859,2 „
zusammen also 1150,7 cbm,
welche nur durch ein raschgehendes Doppelcylindergebläse von ziemlichen Dimensionen oder durch eine kräftige Kapselradbatterie geliefert werden konnten. Diese colossale Windmenge wurde zum grössten Theil verbraucht, um die hohe Schmelzsäule locker zu halten, und es musste sich überall ein solcher Ueberschuss an Sauerstoff herausstellen, dass sämmtlicher Kohlenstoff in Kohlensäure übergeführt werden konnte.

Nach den gemachten Angaben erforderten 100 kg Roheisen 6,2 kg Cokes guter Qualität à 90 Proc. Kohlenstoff, also 5,58 kg Kohlenstoff, mithin berechnet sich die Wärmemenge, welche 5,58 kg Kohlenstoff entwickeln, indem sie zu Kohlensäure verbrennen, auf 45086 Calorien, denen 30000 Calorien als Eisenwärme gegenüberstehen, so dass sich ein Güteverhältniss von fast 66 Proc. ergiebt, dessen Höhe wesentlich dem Betriebsumfange zuzuschreiben ist und nahezu ein Maximum darstellt.

Die Ireland'schen Oefen der Borsig'schen Eisengiesserei (Bd. I, S. 533, Fig. 33), welche für regelmässigen Betrieb kleineren Umfanges noch immer als Muster gelten können, geben zu den folgenden Berechnungen Veranlassung.

Diese Oefen schmelzen durchschnittlich 100 kg Roheisen mit 12 kg Cokes durch und blasen dabei mit sämmtlichen Formen, von denen die 8 oberen im Maximum 65 mm, die 4 unteren 130 mm Weite haben.

Die gewöhnlich ausreichende Windpressung zu 30 mm Quecksilber angenommen, ergeben sich folgende Verhältnisse für die Windzuführung:
die 8 oberen Düsen liefern nach der Windtabelle rund 110 cbm,
die 4 unteren Düsen rund 219 „
zusammen 329 cbm
pro Minute.

Hierzu muss bemerkt werden, dass diese Leistung als ein Maximum angesehen werden kann und auch nur mit einem durchaus selbständigen Ventilator möglich ist. Da im Anfang immer nur mit den unteren Düsen geblasen wurde und auch im Verlauf des Betriebes häufig die Schieber etwas zugezogen wurden, die beide Windringe und Düsenlager von einander trennen, so hat eben die obige Zahl als höchster Grenzwerth zu gelten.

Da nun annähernd 37,5 kg verschmolzen werden, entsprechen obigen 100 kg Eisen über 877 cbm Luftzuführung oder 1140 kg mit 262 kg Sauerstoff, der also mehr als ausreicht, den auf 11,40 kg zu veranschlagenden Kohlenstoffgehalt der Cokes zu Kohlensäure zu verbrennen.

Auch hier lässt sich mithin ein Luftüberschuss nachweisen, der leicht gefährlich wird, sobald schwedisches Eisen oder sonst ein leicht frischendes Material verschmolzen wird.

Die Wärmeentwickelung ist hiernach folgende:

Es erzeugen 11,40 kg Kohlenstoff etwa 921,12 Calorien, denen 30000 Calorien als Metallwärme gegenüberstehen, woraus sich etwa 32 ‰ Güteverhältniss herausrechnen. Würde die vollkommene Ver-

brennung durch eine Verminderung der Luftzufuhr mehr im Interesse der Schmelzung als in dem der Lufterhitzung ausgenutzt worden sein, so würde der Kohlenverbrauch sich vielleicht noch vermindert haben.

Der Ofen von Gerhardi (Bd. I, S. 537, Taf. VI) arbeitete ebenfalls mit geringem Drucke, d. h. mit etwa 25 mm Quecksilber, sowie mit 4 Formen zu 130 mm und 8 Formen zu 67,5 mm; dieselben sind aber quadratisch und haben deshalb grössere Querschnitte als die Windzulässe des Borsig'schen Ofens.

Die 4 unteren Formen lieferten deshalb nach den Windtabellen circa . 272,36 cbm,
die 8 oberen Formen 165,76 „
zusammen also 438,12 cbm
Wind in das Innere des Ofens.

Der Ofen setzte pro Stunde im Mittel 50 Ctr. oder 2500 kg Eisen durch, also pro Minute etwa 41,6 kg, und es kämen somit auf 100 kg Eisen und $13\frac{1}{2}$ kg Cokes etwa 1363,9 kg Luft, so dass auch hier nur Kohlensäure erzeugt werden kann.

Die Wärmequantität, welche $13\frac{1}{2}$ kg Kohle mit circa 90 Proc. Kohlenstoff hervorbringen, beläuft sich demnach auf circa 109180 Calorien, denen 30000 Calorien Schmelzwärme gegenüberstehen, so dass das Güteverhältniss etwas unter 30 ‰ zu stehen kommt.

Der ältere Cupolofen von Krigar und Eichhorn auf der Königin Marienhütte, dessen Resultate früher ausführlich mitgetheilt sind, wird mittelst Lloyd'scher Ventilatoren betrieben (die im Bd. I, S. 670, Taf. XXII beschrieben und abgebildet wurden), und kann man, obwohl bestimmte Angaben hierüber dem Verfasser nicht zu Gebote stehen, annehmen, dass die Pressung ebenfalls nicht höher als 25 mm Quecksilber sich stellt, wie sie auch der Lloyd'sche Ventilator bei Borsig durchschnittlich ergeben hat.

Dieses vorausgesetzt, berechnet sich die Windmenge, welche durch die beiden 3 Zoll breiten und 14 Zoll langen Oeffnungen in das Ofengestell eintritt, auf zusammen 236 cbm pro Minute. Da nun pro Stunde über 3000 kg durchgesetzt wurden (obwohl man diese Zahl bis auf 4000 kg treiben konnte), so sind pro Minute gerade 50 kg zum Schmelzen gelangt; diese 50 kg Durchsatz erforderten an Zwickauer Cokes 7,8 kg, an westfälischen 5,2 kg und erhielten zur Verbrennung derselben die obige Luftquantität von 236 cbm = 306,8 kg mit 70,6 kg Sauerstoff, welche augenscheinlich genügen, den Kohlenstoff der Cokes in Kohlensäure zu verwandeln.

Rechnet man den Kohlegehalt der Zwickauer Cokes auf 75 Proc. und den der westfälischen (damals von Marten bezogen und von sehr guter Qualität) auf 95 Proc., so ergeben sich die nachstehenden calorischen Effecte:

7,8 kg Zwickauer Cokes à 75 Proc. enthalten 5,9 kg Kohlenstoff, der zu Kohlensäure verbrennend = 47672 Calorien liefert,

5,2 kg westfälische Cokes à 90 Proc. enthalten 4,68 kg Kohlenstoff, der zu Kohlensäure verbrennend = 37814 Calorien ergiebt, welchen $\frac{30000}{2}$ oder 15000 Calorien Schmelzwärme gegenüberstehen.

Das Güteverhältniss ist hiernach zwischen 30 und 40 Proc.

Man hat es auch hier mit einem Apparate zu thun, welcher das Roheisen stark überhitzt und infolgedessen mehr Wärme für seine Function beansprucht, als die früher festgestellten theoretischen Voraussetzungen annehmen lassen.

Man sieht, dass die älteren Apparate mit geringen Düsenquerschnitten nur in Ausnahmefällen leidliche ökonomische Resultate gegeben haben, und dass die Resultate namentlich da schlecht waren, wo die Höhe der Oefen zu gering war, um eine ordentliche Vorbereitung der Gichten zuzulassen.

Es zeigten die Oefen von

Gleiwitz . . .	15—20 Proc.,
Berlin	30 Proc.,
Buckau . . .	26 „
Maillard . . .	37 „
Ireland . . .	30—32 Proc.
	(66 ‰ pro Chabottenguss),
Krigar	30—40 Proc.
	Güteverhältniss.

Es hat sich herausgestellt, dass Steigerung der Windmenge und Pressung nur vortheilhaft wirken können, wenn die Höhe der Apparate in entsprechender Weise vergrössert wird, um einen möglichst langen Weg bis zum Austreten der Gase zu erzielen und infolge davon eine möglichst weit gehende Abgabe der Ueberhitze an die obersten Gichten. Auf diese Weise allein wird die Menge Wärme wieder zum Theil nutzbar gemacht, welche durch die eingeblasene Luftmenge absorbirt wird, um die Temperatur zu erreichen, die im Apparate die herrschende sein soll. Wie gross dieser Wärmeconsum früher sein konnte, geht aus Anführungen Mallet's hervor, die er gelegentlich der Besprechungen der Ersparnisse des Irelandofens veröffentlicht hatte (Practical Mechanics Journal, III. Ser., 2. Bd., S. 229) und welche als Beitrag zur Geschichte des Schmelzwesens in der Fassung der beiden ersten Auflagen folgen.

Mallet widerlegt zunächst die Kritik, welche gegen den älteren Betrieb geübt worden war, als die Irelandöfen aufkamen, und stellt dann folgende Betrachtungen an.

Nimmt man an, dass der Ofen einer Giesserei die Aufgabe habe, das Roheisen von einer Temperatur von 50° F. (= 10° C.) auf 2300° F. (= 1261,1° C.) zu bringen, so ist also eine Temperatursteigerung von 2250° (= 1251,1° C.) zu bewirken.

Ein Pfund trockener Cokes ist im Stande, 13,500 Pfd. Wasser um 1° F. oder caeteris paribus 6 Pfd. Wasser um 2250° F. zu erhitzen.

Nimmt man weiter an, dass die Verhältnisse der Werthe für die specifischen Wärmen von Wasser, bezw. von Gusseisen 1,00 und 0,13 betragen, so kann 1 Pfd. Cokes 46,15 Pfd. Gusseisen zum Schmelzpunkte erhitzen, wenn man den Coëfficienten für specifische Wärme vernachlässigt, wie es Persoz für Berechnungen, welche geschmolzene Metalle betreffen, seinen Versuchsergebnissen nach empfiehlt.

Auf 1 t Eisen (2240 Pfd.) berechnet, ergeben sich, unter Vernachlässigung der Bruchwerthe, rund 49 Pfd. Cokes als erforderliches Brennstoffquantum, alle Nebenfunctionen nicht eingerechnet, während ordinäre Oefen nach Mallet's Angabe im Durchschnitte 280 Pfd. pro t Eisen verbrennen, einzelne unter besonderen Verhältnissen aber auf 200 Pfd. herunter gelangt sind.

Diesen Mehrconsum zu rechtfertigen, geht Mallet dazu über, den Kohlenverbrauch zur Erhitzung des Windes auf die Gusstemperatur des Eisens festzustellen und nimmt zunächst an, dass jedes Pfund Cokes 12 Pfd. Luft consumire, eine voll-

ständige Consumtion des Sauerstoffes vorausgesetzt. Da dieses aber nie der Fall ist, supponirt er einen Luftconsum von 18 Pfd. pro Pfd. Cokes und nimmt also an, dass die erwähnten 280 Pfd. Cokes circa 5040 Pfd., also $2^1/_2$ t atmosphärische Luft zu ihrer Verbrennung bedürfen.

Die specifische Wärme auf 0,237 für gleichmässig und wenig gespannte Luft angenommen (das Wasser als Einheit festgestellt), ergiebt sich als Leistung eines Pfund Cokes die Erwärmung von 25,4 Pfd. Luft auf die Schmelztemperatur des Roheisens. Um also 5040 Pfd. Luft so weit zu erwärmen, gebraucht man im Ganzen 198,4 Pfd. Cokes.

Zieht man diese von der factisch gebrauchten Cokesmenge ab, so bleiben 81,6 Pfd. als Rest zurück, der zur Erhitzung des Roheisens 49 Pfd. abgeben soll, das übrige Quantum (32,6 Pfd.) aber geht durch Strahlung verloren.

Rechnet man nur 12 Pfd. Luft als Verbrennungsquantum für 1 Pfd. Cokes, nimmt man also an, dass die Cokes möglichst vollkommen verzehrt werden, so bleiben auch nur 99 Pfd. Cokes als Verlust übrig, also noch nicht 30 Proc. des Totalverbrauches.

Wenn auch die vorherigen Zahlen keine absolute Garantie gewähren können, so ist doch einzusehen, dass nicht die Rede davon sein kann, über 50 Proc. des bisherigen Consums durch eine noch so ausgezeichnete Constructionsverbesserung zu ersparen.

Mallet stellt nach den gemachten Mittheilungen den Cupolofen als einen wesentlich Wärme gebenden Apparat hin und behauptet dann, dass unter Oefen von gegebener gleicher Schachtquerschnittsgrösse derjenige der beste sei, der in einer ebenfalls gegebenen Zeiteinheit das grösste Quantum Brennstoff consumire und vollständig verbrenne.

Dieses ist zu beweisen durch die Analogie mit der Feuerbüchse der Locomotive, welche oft im Stande ist, mehr als 150 Pfd. Kohlen pro Stunde und Quadratfuss Rostfläche zu consumiren (nach Weisbach etwa nur 112 Pfd. engl.). Der Cupolofen, den Mallet im Sinne hat, besitzt einen cylindrischen Schacht und einen Querschnitt über den Formen von etwa 7 Quadratfuss, dabei schmilzt er stetig 30 Ctr. bis $1^1/_2$ t pro Stunde mit 417 Pfd. Cokesaufwand (aus grossem Durchschnitte ermittelt) pro t Roheisen, also einem Verbrand von 625,5 Pfd. pro Stunde. Um den Cupolofen anzuzünden, bedurfte man (nach 7 fachem Versuche bestimmt) 1960 Pfd. Cokes, die von den in Berechnung gebrachten 5432 Pfd. pro $12^1/_2$ stündige Campagne abgezogen nur noch 453 Pfd. Cokes pro Stunde giebt, oder pro Quadratfuss Querschnitt $\frac{453}{7}$ = nahezu 65 Pfd. Das durchgesetzte Eisenquantum betrug $\frac{30}{7}$ Ctr. oder $\frac{3360}{7} = 480$ Pfd. pro Quadratfuss Schachtquerschnitt und in der Stunde.

Mit der Brennstoffconsumtion der Locomotive verglichen, wo viel Brennstoff auch versprüht und durch den Rost fällt, erreicht der Cupolofen allerdings noch nicht die grössere Höhe der Leistung, immerhin aber zeigt das Beispiel, dass die Verbrennung in den Schachtöfen der Giessereien keine sehr langsame ist.

Dazu kommt, dass das Quantum von Roheisendurchsatz kein sehr grosses war, da es Oefen giebt, die bis 100—110 Ctr. preuss. pro Stunde durchnehmen, ohne eine sehr grosse Schachtweite zu haben.

Von unserem Standpunkte aus erscheinen die Angaben Mallet's nicht ganz correct, da ihnen zufolge 100 Pfd. Eisen nur 13,5 Pfd. incl. Füllmaterial beansprucht hätten und Oefen von 3 Fuss Durchmesser (7 Quadratfuss Querschnitt entsprechend) bei 30 Ctr. Durchsatz pro Stunde wenigstens einen Verbrauch von 20—25 Pfd. Brennstoff pro 100 Pfd. Eisen erwarten lassen.

Trotz dieser an sich günstigen Verhältnisse seines Cupolofens bespricht Mallet noch die Wärmeverluste durch hohe Temperatur der Ofengase (wie wir vorhin schon bemerkt) und Wassergehalt der Cokes.

Daran schliessen sich Vorschläge zur Verwerthung der Cupolofengase, die aber sehr beschränkt werden durch Rücksichten auf Zugänglichkeit der Gichtöffnungen u. s. w.

Anregen wollend führt er die Leitung der Gase in ein Siemens'sches Regenerativsystem an, welches dann zur Darstellung heisser Windströme für den Ofen u. s. w. zu verwerthen sei, kommt aber dann zu einfacheren Vorschlägen, nämlich zur Vorwärmung von Roheisen und namentlich von Cokes zum Ofenbetrieb selbst zurück.

Der nächste Punkt, den Mallet in seinen allgemeinen Bemerkungen über den Cupolofen berührt, ist die Windführung, die aber hier nur kurz wiedergegeben werden

kann, da Vieles constructiver Natur ist und im ersten Bande dieses Werkes ausführlich und selbständig besprochen wurde.

Die hauptsächlichsten Bedingungen einer guten Windführung sind nach Mallet:

1) dass die in bestimmter Zeit gelieferte Windmenge der vollständigen Verbrennung des aufgegebenen Brennstoffes entspreche, ohne einen sehr grossen Ueberschuss davon darzustellen;

2) dass die Pressung in den Formen und Düsen eine genügende Höhe erreiche, um den Wind allen Theilen des Ofens zuzuführen; dabei dürfe man natürlicherweise nicht voraussetzen, dass die Schnelligkeit, mit welcher die Luft aus der Drüse strömt, innerhalb des Ofens lange anhielte. Auch wirke eine zu starke Pressung des Windes häufig abkühlend auf die an den Formen vorbeipassirenden Schmelzstücke, und eine Spannung von 2—3 Zoll Quecksilber sei die äusserste Grenze des Maximums; bei einer leichter verbrennlichen Kohle könne man sogar weiter herunter gehen.

Durch welches Mittel der Wind comprimirt werde, sei gleichgültig, da Cylindergebläse und Ventilatoren, in Bezug auf Quantität und Qualität (d. h. Pressung) des Windes für Giessereizwecke, gleichartige Resultate geliefert hätten. Dagegen sei es unverkennbar, dass der Ventilator das billigste Instrument der Anlage wie auch der Unterhaltung nach sei und eine gegebene Luftmenge von nicht bedeutender Pressung mit ebenso wenig Kraftaufwand liefere, als ein Cylindergebläse. Eines aber sei vor Allem zu bedenken: dass der aufzustellende Apparat einen gleichförmigen Windstrom liefere und dass die Luft frei von Feuchtigkeit sein müsse.

Die vorhergehenden Behauptungen illustrirt Mallet durch einige Mittheilungen über ältere und neuere Gebläseanlagen auf Giessereien, die aber für die Leser dieses Buches, nach den ausführlichen und möglichst vollständigen Mittheilungen des ersten Bandes über Ventilatoren, kein Interesse haben können. Seine eigenen späteren Angaben über Ventilatoren haben daselbst einige Berücksichtigung gefunden, und es bliebe hier nur noch zu erwähnen, dass früher auch Cagniardellen in England Anwendung gefunden haben (Sharp, Roberts & Co., Manchester). Interessant sind dagegen die Bemerkungen über den Einfluss des Wassergehaltes der Luft auf den Betrieb der Oefen.

Mallet selbst hat den Versuch gemacht, Dampf von 10 Pfd. Pressung neben den beiden Düsenapparaten eines Cupolofens eintreten zu lassen, und gefunden, dass die Flamme der Gicht an Volumen zunahm und auch der Cokesverbrauch in merklicher Weise wuchs. Die Qualität des Roheisens selbst war nicht deutlich verändert, obwohl alle auf demselben Werke thätigen Praktiker behaupteten, das Gefüge in gleichen Gussstücken sei dichter bei dem mit Dampfstrahl geschmolzenen Roheisen als bei dem gewöhnlichen Gusse.

Den Beschluss machen, ausser einer Charakteristik der Werkzeuge, Angaben über den Schmelzverlust an Roheisen, der sich früher in englischen Giessereien auf 6—7 Proc. erhielt.

Ein mehrjähriger Durchschnitt mit Zurückrechnung aller Brucheisen- und Abfallmassen ergab dagegen nur 1,85, meist 2 Proc., wobei das Verhältniss des grossstückigen Materiales (Gänze oder grobes Brucheisen) zum kleinstückigen wie 7 : 13 wahrgenommen wurde.

E. Der Wärmehaushalt bei einigen neueren Giessereischachtöfen.

Die im vorstehenden Abtheil berechneten Cupolofenergebnisse zeigen eine erfreuliche Zunahme des Güteverhältnisses in neuerer Zeit, obschon noch immer etwas abnorme Windverhältnisse stellenweise auftreten.

Der Mangel an Gasanalysen, der eine genaue Untersuchung der Verbrennungserscheinung verhinderte, zwang ja zur Benutzung einer anderen, vom Verfasser schon vor 20 Jahren eingeschlagenen Methode unter Benutzung der Windtabellen.

Es ist indessen fraglich, ob man berechtigt ist, bei Ofenbetrieben, welche die Gegenwart des Kohlenoxydes nicht eigentlich auf dem Programme stehen haben, die Bildung desselben bei der Aufstellung des Wärmehaushaltes, namentlich aber des Güteverhältnisses, zu berücksichtigen. Bei den Reductionsöfen der verschiedenen metallurgischen Betriebe

ist dies etwas anderes, z. B. bei dem Eisenhochofen, dem Bleischachtofen und anderen, welche Oxyde verarbeiten und Metall herstellen sollen. Da muss der Gasstrom reducirend sein und so weit auch reducirend bleiben, dass das betreffende Metall abgeschieden wird und bleibt, bis es den Apparat verlassen kann.

Es empfiehlt sich daher bei Bestimmung des Güteverhältnisses, die ausschliessliche Bildung von Kohlensäure als erstrebenswerthes Ziel zu Grunde zu legen, und in diesem Sinne würden die auf S. 52 u. ff. betrachteten Betriebe zu untersuchen sein, um schliesslich an einem oder zwei genau durchgerechneten Beispielen zu zeigen, wie ein solcher Ofenbetrieb kritisch analysirt werden muss, wenn man sich über den Verbleib der Wärme unterrichten will.

Der S. 52 erwähnte kleinere Krigarofen eines mittelrheinischen Werkes consumirte pro Gicht von 200 kg Roheisen 15 kg Cokes (die Füllcokes sind nicht angegeben), welche Letztere man, um gleichmässig zu verfahren, mit 90 $^0/_{00}$ Kohlenstoffgehalt annehmen kann, obschon sie wahrscheinlich nicht so viel enthalten haben mögen.

Es stehen sich daher die Wärmemengen 30 000 und $\frac{15 \times 0{,}9 \times 8080}{2}$ oder 109 080 gegenüber, was ungefähr 29 $^0/_{00}$ Güteverhältniss ergiebt, das für den dort umgehenden, wahr charakterisirten Betrieb als ausreichend erachtet werden kann.

Die auf S. 53 mitgetheilten Resultate eines Krigarofens Nr. 3 ergeben, dass 7500 kg Eisen mit 400 kg Anheizcokes und sonst 6,5 Proc. Cokes geschmolzen worden sind. Der Gesammtverbrauch soll 10 Proc. erreichen, wenn die Ausziehcokes in Abzug gebracht sind.

Es stehen sich daher 30 000 Calorien und 9 × 8080 oder 72 720 Calorien gegenüber, was ungefähr 43 Proc. Güteverhältniss ergiebt.

Der Ofen Nr. 4, neuester Construction, brauchte nur 8,47 Proc. des Durchsatzes, also unter obiger Kohlengehaltannahme 7,6 Proc., so dass sich hier 30 000 und 61 408 Calorien gegenüberstehen, was zu einem Güteverhältnisse von über 48 Proc. führt.

Der Ofen von Hamélius (S. 54) mit 11,1—11,6 Proc. Cokesverbrauch, also maximo 10,44 Proc. Kohlenstoff bei Versuchsschmelzen, 11,7 bei grossem Betriebe, kommt dem Krigarofen nahe. Es stehen sich 30 000 Calorien und 94 536 Calorien gegenüber, so dass das Güteverhältniss etwa 36 Proc. ist.

Die Oefen von Greiner & Erpff (S. 56) verbrauchen 8—9 Proc. ohne die Füllcokes (300 kg alte und 2—300 kg neue), was also einen Minimalverbrauch von etwa 7—8 Proc. Kohlenstoff darstellt. Es kämen dadurch 7,5 × 8080 oder 60 500 Calorien gegen 30 000 Calorien zu stehen, was nahezu 50 Proc. ausmacht. Die Füllcokes, rund 10 $^0/_{00}$ des Stundendurchsatzes, dürften für 4—5stündigen Betrieb den Verbrauch um 2—3 Proc. erhöhen.

Der Ofen von Ibrügger (S. 57 u. ff.), für welchen in Achthal 8,3 Proc. und Gleiwitz 10 Proc. Cokesverbrauch herauskommen, während kurze Versuchsschmelzen bis 17 Proc. ergeben haben, bewegt sich ungefähr in derselben Höhe, wie die vorerwähnten Apparate. Es fehlen leider stets genaue Cokesanalysen oder Effecte, mit dem Calorimeter gewonnen, um wirklich zuverlässige Güteverhältnisse berechnen zu können.

Der Zugofen von Herbertz (S. 58 u. 59) ergab bei einem Versuche 6 Proc., im grösseren Durchschnitte 10,2 Proc. des Durchsatzes, so dass die Brennstoffleistung pro 100 kg Satz zwischen (9,18 — 5,4) × 8080 oder zwischen 74 174 und 43 632 Calorien schwankt, das Güteverhältniss also zwischen 40 und 70 Proc. sich bewegt, von welchen Grenzen die Erstere die wahrscheinlichste ist.

Die Werthe für die Anthracitcupolöfen (S. 63) sind ohne Kenntniss oder Zusammensetzung der gebrauchten Anthracite nicht genau zu ermitteln.

Die S. 61 gegebenen Notizen über intensive Roheisenschmelzprocesse gestatten nunmehr zum Schlusse des Abtheils eine vollständigere Wärmebilanz des Cupolofenprocesses aufzustellen, als sie bis jetzt möglich war.

Den Gang einer solchen Rechnung legt die folgende von Gruner herrührende, einen umgebauten Cupolofen älterer Bauart betreffende Untersuchung dar. Der betreffende Ofen fand seiner Zeit eine kritische Besprechung durch seinen Umbauer, den bekannten Ebelmen, in den Annales des mines, IV. Sér., Bd. 5, S. 60.[1]) Die Höhe dieses zu Vienne arbeitenden Ofens war 3,10 m und er schmolz 1000 kg stündlich mit 18—20 Proc. Cokes. Untersucht man diesen Apparat mit Hülfe der von Gruner gefundenen Werthe für die Wärmeabsorption der Materialien, so findet man zunächst, dass die Wärmeproduction bei Kohlensäurebildung ist: 8080 × 0,19 × 0,90 = 1378 Calorien unter der Voraussetzung, dass 10—11 Proc. Asche in den Cokes sich befinden. Zu dieser Wärme ist noch die Wärmeproduction des Abbrandes zu rechnen; der Abbrand ist von Ebelmen auf 8—9 Proc. angegeben, wovon aber bekannter, allgemeiner Erfahrung nach höchstens 4,5 Proc. durch Oxydation entstehen, der Rest durch Verlust bei den Giessmanipulationen. Durch Annahme von 4 Proc. Eisen und 0,5 Proc. Silicium in diesem Abbrande, wobei man eine allgemeine Entsilicirung des Eisens annehmen muss, rechnet Gruner eine weitere Wärmeproduction von 7830 × 0,005 = 39,0 + 1390 × 0,04 = 55,6, zusammen 89,9 Calorien heraus. Dadurch ergeben sich im Ganzen 1473 Calorien, welchen die Wärmeabsorption des Roheisens mit 275 Calorien gegenübersteht, also 18,7 Proc. Nutzeffect ergiebt, unter der Annahme, dass nur Kohlensäure erzielt werde. Dieser Bedingung kann nie entsprochen werden, weil man es mit einer Schmelzsäule zu thun hat, die stets die Oxydation in der untersten Schicht durch die Reduction in allen oberen mehr ausgleicht.

Glücklicherweise existiren von dem Cupolofen zu Vienne Gasanalysen, welche ergeben:

Dem Volumen nach:

11,65	Proc.	Kohlensäure,
14,16	„	Kohlenoxyd,
0,83	„	Wasserstoff und
73,36	„	Stickstoff.

Dem Gewichte nach, indem man den Wasserstoff vernachlässigt:

17,2	Proc.	Kohlensäure,
13,3	„	Kohlenoxyd und
69,5	„	Stickstoff.

1) Deutsch bearbeitet vom Verfasser in Dingler's Journal, Jahrg. 1876, Bd. 220, S. 514, welcher Bearbeitung Obiges entnommen ist.

Bezeichnet man mit

m das Verhältniss $\frac{\text{Kohlensäure}}{\text{Kohlenoxyd}}$,
x das Gewicht des Kohlenoxydes pro 1 kg Eisen,
c die pro Eiseneinheit verbrannte Kohlenstoffmenge,

so ist

$$^{6}/_{14}\,x + {}^{6}/_{22}\,mx = {}^{3}/_{7}\,x + {}^{3}/_{11}\,mx = c \text{ und } x = \frac{77\,c}{33 + 21\,m}.$$

Nach dem Ausweise der obigen Analysen ist m = $^{172}/_{133}$; folglich x = 0,217 kg. Demnach ist die noch nicht producirte Wärme = 0,217 × 2403 = 521. Zieht man diese Wärmemenge von den früher gefundenen 1473 Calorien ab, so bleiben 952 Calorien als wirklich im Cupolofen producirt, so dass der Nutzeffect von 18,8 auf 29,2 Proc. steigt. Das Resultat ist aber immer noch zu ungünstig, da durch die Gase nicht allein die Wärmeproduction ihres Kohlenoxydgehaltes, sondern auch die der Giesstemperatur entsprechende Wärmemenge weggeführt wird.

Der Sauerstoff in den Gasen beträgt nach den früheren Voraussetzungen: $^{8}/_{14}\,x + {}^{16}/_{22}\,mx = {}^{4}/_{7}\,x + {}^{8}/_{11}\,mx$
und der zugehörige Stickstoff

$$a = 3{,}33\,({}^{4}/_{7}\,x + {}^{8}/_{11}\,mx).$$

Will man auch die von der Verbrennung der Mengen Eisen = f und Silicium = s herrührenden und übrig bleibenden Stickstoffmengen berücksichtigen, so erhält man für den Sauerstoffverbrauch der beiden Substanzen: $^{8}/_{28}\,f + {}^{16}/_{14}\,s = {}^{2}/_{7}\,f + {}^{8}/_{7}\,s$,
und für den Stickstoff, welcher den Sauerstoff begleitete,

$$b = 3^{33}/_{7}\,(2\,f + 8\,s).$$

Es berechnen sich also für den Cupolofen von Vienne pro 1 kg Roheisen:

Kohlenoxyd x		= 0,217 kg,
Kohlensäure mx		= 0,281 „
Stickstoff a = 1,136	}	= 1,193 „
b = 0,057		
zusammen		1,691 kg Gase pro 1 kg Eisen,

welche unter Einrechnung der bezüglichen Wärmecapacitäten (0,226, 0,217, 0,244) für 600° Gastemperatur 240 Calorien geben.

Die producirte Wärme — 952 Calorien — vertheilt sich, wie folgt:

Roheisenschmelzen	275 Calorien oder rund	29,0 Proc.,
Gaswärme	250 „ „ „	25,0 „
Erwärmung des Ofens, Strahlungsverluste, Schlackenschmelzen, Verbrennungsluft	437 „ „ „	46,0 „

Die Totalwärme der verbrannten Substanzen = 1473 Calorien vertheilt sich etwas anders. Es consumiren:

Roheisenschmelzen	275 Calorien oder rund	16,5 Proc.,
Gaswärme	240 „ „ „	16,5 „
Wärmeleistung des vorhandenen Kohlenoxydes	521 „ „ „	35,5 „
Erwärmung des Ofens, Strahlungsverluste, Schlackenschmelzen, Verbrennungsluft	437 „ „ „	29,0 „

Da in diesem von Gruner angezogenen Beispiele der Verbrauch durch Ofenheizung und Winderwärmung, sowie „Schlackenschmelzen" nicht genau geschieden und kurzweg als Verlust bezeichnet wird, kann man den Betrieb nicht vollständig beurtheilen. Keineswegs werden die auf Wärmeleitung und Strahlung durch die Ofenwände beruhenden eigentlichen Verluste viel mehr als etwa 300 c betragen.

Operirt man nun mit den S. 61 u. ff. mitgetheilten Daten, so ergeben sich die nachstehend entwickelten Verhältnisse.

Unter Anwendung derselben Auslegungsmethode ergeben die S. 61 aufgestellten Verhältnisse des Cupolofenbetriebes auf einem der bestgeführten Thomaswerke Deutschlands die nachstehenden Entwickelungen und Resultate.

1 t Roheisendurchsatz beanspruchte, da 12,5 t mit 1000 kg Cokes durchgesetzt worden waren, $\frac{1000}{12{,}5}$ oder 80 kg Cokes im laufenden Betriebe, zu denen noch 5200 kg Füllcokes treten, die sich auf rund 150 Sätze zu 12,5 t vertheilen, d. h. auf 150 × 12,5 oder 1875 t, so dass pro t Durchsatz $\frac{5200}{1875}$ oder 2,8 kg kommen, der Gesammtverbrauch mithin 82,8 kg Cokes für 1 t Roheisendurchsatz beträgt.

Diese Cokesmenge enthält 13 Proc. Asche und 87 Proc. Kohlenstoff und es entstehen die folgenden Zahlenwerthe für die einzelnen Bestandtheile der 82,5 kg Brennstoff.

Dieselben enthalten:	$0{,}5 \times 82{,}8$	oder 4,14 kg	Wasser,
	$\frac{95}{100} \times 0{,}13 \times 82{,}8$	„ 10,22 „	Asche,
	$\frac{95}{100} \times 0{,}87 \times 82{,}8$	„ 68,43 „	Kohlenstoff,
	zusammen	82,79 kg	oder rund 82,8, wie vorher.

Die Zuschlagsmenge pro t Roheisensatz ist, da 1 t Roheisen 860 kg Stahl giebt und jener auf 20 kg pro t Stahl berechnet ist,

$$\frac{86}{100} \times 20 \text{ oder } 17{,}2 \text{ kg.}$$

Der Schlacke nach enthält der Zuschlag circa 10 Proc. Magnesiacarbonat, also überhaupt in vorstehender Menge von 17,2 kg

15,48 kg Kalkcarbonat,
1,72 „ Magnesiacarbonat.

Die beiden Stoffe liefern an die Gasmenge des Ofens

das Kalkcarbonat	$^{11}/_{14} \times 15{,}48$	oder 6,8 kg	Kohlensäure,
„ Magnesiacarbonat	$^{11}/_{10} \times 1{,}72$	„ 0,9 „	„
	zusammen	7,7 kg	Kohlensäure.

Das Roheisen verliert beim Umschmelzen etwa 1,1 Proc. des Kohlenstoffgehaltes, was pro t Durchsatz 11 kg beträgt.

Mithin verbrennen überhaupt 68,43 + 11 oder 79,43 kg Kohlenstoff pro t Roheisen, welchem sich aus der Zuschlagskohlensäure noch $^3/_{11} \times 7{,}7$ oder 2,1 kg zugesellen, welche Letztere indessen für die Wärmeberechnung nicht in Betracht kommen, wohl aber, wie unmittelbar gezeigt werden soll, für die Ermittelung des Verbrennungsmodus aus den Gasmengen.

Bezeichnet man mit

a den pro t Roheisensatz verbrannten Cokeskohlenstoff,

b den der Zuschlagskohlensäure,

0,011 den im Roheisen verbrannten Kohlenstoff,

so ist die Kohlenstoffmenge in den Ofengasen entschieden:

$$p = a + b + 0{,}011 \text{ pro t Durchsatz.} \qquad (I)$$

Bezeichnet man weiter wie früher mit

y das Kohlenoxydgewicht der Gasmasse,

m die Relation $\frac{CO^2}{CO}$ nach der Analyse derselben,

so ist my selbstverständlich das Kohlensäuregewicht der Gasmasse.

Die früher mitgetheilte Analyse gestattet das Verhältniss $\frac{CO^2}{CO}$ auf rund 5 anzusetzen, obschon es etwas weniger ist. Dabei ist anzuführen, dass der Kohlensäuregehalt oftmals höher erscheint, als hier angegeben wurde.

Da in y Kohlenoxyd $^3/_7$ y Kohlenstoff, in my Kohlensäure aber $^3/_{11}$ my Kohlenstoff sich befinden, so entsteht die Gleichung:

$$^3/_7\, y + {^3/_{11}}\, my = p. \qquad (II)$$

Man giebt derselben zur leichteren Berechnung von y die Form

$$\frac{(33 + 21\,m)\,y}{77} = p$$

und man erhält

$$y = \frac{77\,p}{33 + 21\,m}.$$

Für den vorliegenden Fall ist p = 68,43 + 11 + 2,1 oder 83,53 kg und

$$y = \frac{77 \times 83{,}53}{33 + 21 \times 5} \text{ oder rund } 46{,}6 \text{ kg.}$$

Die Kohlensäuremenge ist darnach 233 kg, von welcher 7,7, aus dem Zuschlage herrührend, abzuziehen sind, so dass nur noch 225,3 kg für die Wärmeerzeugung maassgebend bleiben.

Es enthält die Kohlensäure rund 61,8 kg Kohlenstoff,

das Kohlenoxyd „ 10,9 „ „

welche nachstehende Wärmemengen in Tonnencalorien ausgedrückt geben:

0,0199 × 2473 = 49,213 Wärmeeinheiten,

0,0618 × 8080 = 499,34 „

im Ganzen 548,553 Wärmeeinheiten.

Dieser Production stehen nachstehend ermittelbare Ausgaben gegenüber:

1) Die Eisenschmelzwärme, weil 1400° und darüber heiss, ist mit 300 Calorien zu veranschlagen.

2) Die Schlackenschmelzwärme von 71 kg pro t, nach Gruner's Versuchen pro ccm 350 Calorien angesetzt, beträgt 0,071 × 350 oder 24,85.

3) Die 334° im Mittel heissen Gase bestehen aus

46,56 kg Kohlenoxyd (mit 26,6 kg Sauerstoff),

232,80 „ Kohlensäure („ 169,31 „ „).

Der Sauerstoffmenge von zusammen 195,91 kg entsprechen 653 kg Stickstoff, der in Ansatz zu bringen ist, ebenso 5 kg Wasserdampf (aus den Cokes).

Die Production der Gewichtsmengen und der Wärmecapacitäten sind:

Für Kohlenoxyd . .	46,56 × 0,226	=	10,5,
„ Kohlensäure . .	232,80 × 0,217	=	50,5,
„ Stickstoff . . .	653,00 × 0,244	=	159,33,
„ Wasserdampf . .	5,00 × 0,480	=	2,4,
	zusammen		222,73,

welche mit der Temperaturziffer 334 multiplicirt und auf Tonnen reducirt 74,392 Calorien Gaswärme ergeben.

Die Ausgaben, so weit nachweisbar, sind mithin:

Eisenschmelzwärme . .	300,000	Einheiten,
Schlackenschmelzwärme	24,85	„
Gaswärme	74,392	„
zusammen	399,242	Einheiten,
wonach für den Apparat und die Verluste bleiben .	149,311	„
zusammen	548,553	Einheiten.

Das Verhältniss der nicht bestimmbaren Verbrauchsposten zusätzlich der Verluste zu der ganzen Wärmeproduction ist hiernach rund 29 : 100 und das Güteverhältniss ein sehr günstiges, nämlich 61 Proc. Selbst wenn man die Gasverluste in Abrechnung bringt, so ergeben sich immer noch fast 60 Proc., wogegen ja die unentbehrliche Ofenwärme die Ziffer bedeutend erhöhen würde, wenn man sie bestimmen könnte.

Im Vergleiche zu früher ermittelten Resultaten steht der hier zuletzt durchgerechnete Betrieb an erster Stelle und nähert sich dem Güteverhältnisse des Ireland'schen Chabottengussofens, der aber mit geringerer Wärme zu arbeiten hatte, deshalb auch 1—2 Proc. weniger Cokes verbrauchte.

Die vorstehenden Betrachtungen werden am besten abgeschlossen durch die verkürzte Wiedergabe einer Untersuchung der Schmelzung im Cupolofen, welche Ed. Deny in seinen früher schon angezogenen „Etudes sur la fonderie", Paris (Baudry) 1883, veröffentlicht hat.

Der Ofen, 0,60—0,70 m weit, mit einem leicht eingeschnürten Profil, zwei Reihen zu je 4 Düsen (4 obere zu 0,04 m, 4 untere zu 0,12 m), bezw. 0,90 und 1,90 m über dem Boden, während die Gicht 3,65 m über dem Boden lag, verschmolz stündlich 10 Gichten von je 200 kg mit 14 kg Cokes zu flüssigem Eisen, welches im Calorimeter bei seinem Austritte aus dem Ofen 274,4 kg Calorien Wärme zeigte.

(Dieses Resultat wurde erhalten, nachdem 3000 kg durchgesetzt waren, um jedem Einflusse der Füllcokes auszuweichen.)

Die Gastemperaturen, durch Uebertragung auf Drahtbesen gemessen, welche in die stärksten Gasaustritte gehalten und dann in die Calorimeter getaucht wurden, wurden unmittelbar nach dem Aufgeben einer Gicht auf . 383°
einige Minuten später, nachdem kleine violett-rothe Flämmchen aus der Beschickung gebrochen waren, auf 511°
kurz vor einer neuen Aufgabe bei vollster Flammenentwickelung auf . 648°
bestimmt, woraus Deny ohne weitere Bedenken eine Mitteltemperatur von $\frac{383 + 511 + 648}{3}$ oder von 514°
ausrechnet.

Die Zusammensetzung dieser Gase, entnommen etwa 0,50 m unter der Gicht, wurde in mehreren Bestimmungen mittelst des Orsatapparates auf

	16,8—11,7	Volumproc.	Kohlensäure,
	8,3—12,9	„	Kohlenoxyd,
im Mittel	14,25	„	Kohlensäure,
	10,6	„	Kohlenoxyd, bestimmt.

Wegen der Bildung von Einzelkanälen und Durchgängen für die Gase in der Schmelzsäule schwankt die Zusammensetzung ausserordentlich, und Deny meint selbst, dass nur ein Ansammeln und Mischen über der Gichtoberfläche zu einer einigermaassen genauen Durchschnittszusammensetzung führen könne.

Die angewandten Cokes enthielten 6,78 Proc. hygroskopisches Wasser und 11,3 Proc. Asche.

Der durchschnittliche Abbrand des Eisens war 5,5 Proc. oder bestand annähernd aus 4,0 Proc. Eisen,
0,5 „ Silicium,
1,0 „ Sand- oder Schlackentheilen.

Auf jede Gicht von 200 kg Roheisen und 14 kg Cokes wurden 2,8 kg Zuschlagskalk gesetzt, mithin 1,40 kg pro 100 kg Roheisen.

Die entstandene Schlacke ergab nach Abstechen des Roheisens im Calorimeter eine Wärme von 406,6 kg Calorien.

Diese beiden Wärmemengen, für Roheisen sowohl wie für Schlacke, können auf bezw. 280 oder 410 kg Calorien erhöht oder gerundet werden, da jedenfalls bei den Messungsversuchen Verluste durch das Ueberführen in die Calorimeter geschehen waren.

Der Wärmehaushalt des Ofens berechnet sich nunmehr in nachstehender Weise:

Die pro 100 kg Roheisen angewandte Cokesmenge beträgt 7 kg.

In denselben sind enthalten:

$$\frac{7 \times 11{,}3}{100} \text{ oder } 0{,}791 \text{ kg Asche,}$$

$$\frac{7 \times 6{,}8}{100} \text{ oder } 0{,}476 \text{ kg Wasser,}$$

so dass an reinem Kohlenstoff

$$7 - (0{,}791 + 0{,}476) \text{ oder } 5{,}733 \text{ kg}$$

zurückbleiben. Dazu treten aus dem Zuschlage (1,4 Proc. des Eisens)

$$1{,}40 \times 0{,}12 = 0{,}168 \text{ kg,}$$

welche in $0{,}168 \times 3{,}66 = 0{,}615$ kg Kohlensäure entweichen.

Bei dieser Zerlegung des Zuschlagskalkes werden nach Favre und Silbermann entwickelt

$$1{,}40 \times 373{,}5 \text{ oder } 522{,}9 \text{ kg Calorien.}$$

Der Wassergehalt des Brennstoffes von 0,476 kg absorbirt seinerseits durch Verdampfung

$$0{,}476 \times 606{,}5 \text{ oder } 288{,}7 \text{ kg Calorien.}$$

Die 100 kg aufgegebenes Roheisen ergeben thatsächlich nur 94,5 kg flüssiges Product, so dass die Schmelzwärme eigentlich nur $94{,}5 \times 280$ oder 26 460 kg Calorien beträgt.[1])

1) Ob diese Anschauung ganz richtig ist, da der Verbrauch des Eisens u. s. w. jedenfalls im flüssigen Zustande stattfindet, muss dahingestellt bleiben.

Zur Bestimmung der verlorenen, d. h. aus dem Ofen tretenden Gaswärme wird nunmehr auf gleiche Weise wie in den vorhergehenden Beispielen ausgerechnet, dass im Ganzen vorhanden sind

12,53 kg Kohlensäure (einschliesslich 0,615 kg aus dem Zuschlage),
5,82 „ Kohlenoxyd.

Der Sauerstoffgehalt von 12,53—0,615 oder 11,915 kg Kohlensäure und 5,82 kg Kohlenoxyd berechnet sich auf 12,1 kg, welchem 40,29 kg (3,33 × 12,1) Stickstoff entsprechen.

Ausser den hier ausgerechneten Mengen enthält der Gasstrom aber noch den Stickstoff, welcher dem vom Abbrand absorbirten Sauerstoffe entspricht.

Derselbe beträgt

$$3{,}33 \left(\frac{2}{7}\,\text{Fe} + \frac{8}{7}\,\text{Si}\right) \text{ oder } \left(\frac{2 \times 4}{7} + \frac{8 \times 0{,}5}{7}\right) 3{,}33 \text{ oder } 5{,}71 \text{ kg.}$$

Dann ist in dem Gasstrome noch der Wasserdampf aus der Brennstofffeuchtigkeit (0,476 kg) enthalten, schliesslich noch ein aus der Zersetzung der Luftfeuchtigkeit herrührendes Quantum Wasserstoff.

Deny berechnet dasselbe aus der ermittelten trockenen Luftmenge, indem er bei 15° einen Wassergehalt von 6,40 g pro cbm von 1,23 kg annimmt, auf 0,034 kg, dessen Isolirung ebenfalls Wärme verschlingt, und zwar

29 003 × 0,0034 oder rund 990[1]) Calorien.

Die Gaswärme setzt sich daher aus nachstehenden Posten zusammen:

Kohlensäure	12,53 kg		× 0,217 × 514°	= 1397,56 kg Calor.
Kohlenoxyd	5,82 „		× 0,245 × 514°	= 732,96 „ „
Stickstoff	46,00 „	(40,29 + 5,71)	× 0,244 × 514°	= 5769,13 „ „
Wasserdampf	0,476 „		× 0,48 × 514°	= 117,19 „ „
Wasserstoff	0,034 „		× 3,403 × 514°	= 59,42 „ „
zusammen	64,86 kg Gase		mit	8076,26 kg Calor.

Die Schlackenmenge berechnet sich wie folgt:

Zuschlagskalk 1,40 kg — 0,615 Kohlensäure . .	= 0,785	Kalk,
Eisenoxyd 4 + 4 × 0,2857	= 5,143	Eisenoxydul,
Kieselsäure 0,50 + 0,50 × 1,116	= 1,058	Kieselsäure,
Sand	etwa 1,000	„
Cokesasche	0,791	„
Abnutzung der Ofenwände, geschätzt auf . .	0,5	
zusammen	9,277	Schlacken,

welche 9,277 × 410 oder 3800,7 kg Calorien absorbiren.

Um die im Ofen selbst verbleibende Wärme festzustellen, verfährt Deny etwas anders, als in den vorhergehenden Berechnungen geschehen ist.

Deny verwandelt die gesammte Kohlenstoffmenge in Kohlensäure und berechnet infolgedessen 5,733 × 8080 oder 46 322 kg Calorien Wärmeerzeugung.

1) Genauer 986 Calorien.

Dazu treten an Oxydationswärme der Abbrandbestandtheile:

für 0,5 kg Silicium	0,5 × 7830	= 3915 kg	Calorien,
„ 4,0 „ Eisen	4,0 × 1358	= 5432 „	„
	zusammen	9347 kg	Calorien.

Da die 5,82 kg Kohlenoxyd in den Gasen noch 5,82 × 2403 oder 13985 kg Calorien zu entwickeln vermögen, stehen sich schliesslich nachstehende Werthe gegenüber:

Wärmeproduction:

Kohlenstoffverbrauch	46 322 kg	Calorien,
Eisen- und Siliciumverbrennung . .	9 347 „	„
zusammen	55 669 kg	Calorien.

Wärmeverbrauch:

Eisenschmelzung	26 460 kg	Calorien,
Schlackenschmelzung	3 800 „	„
Gaswärme	8 076 „	„
Wärmewerth des Kohlenoxydes . .	13 985 „	„
zusammen	52 321 kg	Calorien.

Den Unterschied beider Summen oder 3348 Calorien kann man als Ofenwärme und Verlust bezeichnen. Sie erscheint verhältnissmässig gering, was Deny dadurch erklärt, dass seiner Erfahrung nach bei Schachtwänden von über 0,4 m überhaupt keine Wärme mehr fühlbar nach Aussen ginge und Verluste verursachte.

Das Güteverhältniss oder den Nutzeffect, rendement, definirt Deny dahin, dass derselbe das Verhältniss darstellen müsse der unumgänglich nothwendigen Wärmeausgabe, aus Schmelzung und Ofenwärme bestehend, zur Wärmeerzeugung durch vollkommene Kohlenstoffverbrennung und durch die Oxydationsvorgänge des Abbrandes.

Die betreffenden Summen bilden sich:

a) Für die Wärmeerzeugung:

Aus der Kohlenstoffverbrennung . .	46 322 kg	Calorien,
„ dem Abbrande	9 347 „	„
gesammte Wärmeerzeugung	55 669 kg	Calorien.

b) Für den Wärmeverbrauch:

Durch das Eisenschmelzen	26 460 kg	Calorien,
„ „ Schlackenschmelzen . .	3 800 „	„
„ die Ofenwärme	3 348 „	„
gesammter nutzbarer Wärmeverbrauch im Ofen	33 608 kg	Calorien.

Der Nutzeffect ist hiernach $= \frac{33\,608}{55\,669}$ oder 0,605, d. h. 60,5 Proc.

Man sieht, dass sich sehr verschiedene Auffassungen hinsichtlich der Bestimmung des Güteverhältnisses gegenüberstehen können, wenn verschiedene Factoren genau bestimmt sind oder nicht.

Erst gleiche oder ähnliche Untersuchungen vieler Betriebe werden oder können zu weiterer Aufklärung beitragen.

Ein dunkler Punkt bei der ganzen Cupolofen-, vielleicht der ganzen Schachtofenwirthschaft bleibt immer noch die Existenz des Kohlenoxydes in mit entschiedenem Luftüberschusse betriebenen Apparaten.

Deny hat in weiterer Fortsetzung seiner Studien versucht, die einzelnen Wandlungen der ganzen Verbrennungsvorgänge auseinander zu legen, doch sind die Resultate nicht geeignet, hier angeführt zu werden, da für Vieles noch Bestätigung abzuwarten ist.

Man spricht so oft oder leicht von der Verbrennung der Ofengase, der Kohlenoxydbildung eines sogenannten Oberfeuers, also der Reduction von Kohlensäure durch glühenden Brennstoff u. s. w., aber man ist noch nicht dazu gelangt, experimentell, wie auch durch Betriebe bewiesene Sätze für diesen Vorgang aufzustellen.

Die vollständige Verbrennung der Ofengase ist jedenfalls nur dann zu erreichen, wenn an einer Stelle Luft zugeführt werden kann, wo die Gastemperatur zum Entzünden noch ausreicht, die Reduction der gebildeten Kohlensäure aber nicht mehr vorkommen kann.

Ob die letztgenannte Temperaturgrenze mit der Entzündungstemperatur der Cokes zusammenfällt, so dass es vor Allem ankommt, Letztere zu vermeiden, ist wahrscheinlich, aber nicht sicher. Durch die Reaction des festen Kohlenstoffes auf die Kohlensäure entstehen folgende Wärmeaustauschverhältnisse.

Da sich 11 Theile Kohlensäure mit 3 Theilen Kohlenstoff zu 14 Theilen Kohlenoxyd umsetzen, und da die Reduction der 11 Theile Kohlensäure zu 7 Theilen Kohlenoxyd ebensoviel Wärme absorbirt, als die Verbrennung von 7 Theilen Kohlenoxyd zu 11 Theilen Kohlensäure Wärme producirt, so ist das calorische Resultat der Umsetzung:

$$= - 7 \times 2403 + 3 \times 2473 \text{ oder}$$

$$- 16821 + 6819 \text{ oder } - 10002 \text{ Wärmeeinheiten,}$$

d. h. es erfordert dieser Reductionsvorgang stets die fortdauernde Zufuhr von 10002 Wärmeeinheiten pro Aequivalent CO^2, um aufrecht erhalten werden zu können.

Es dürfte hiernach nicht allzuschwer sein, die Reduction der Kohlensäure zu vermeiden, da ein kurzer Ueberschlag zeigt, dass eine heftige Weissgluth erforderlich ist, diese Reduction in Scene zu setzen.

F. Wärmehaushalt der gewöhnlichen Flammöfen mit directem Betriebe.

Der Vergleich der in den gewöhnlichen älteren und neueren Flammöfen producirten Wärmemengen mit den theoretisch zum Roheisen- oder Schlackenschmelzen streng nothwendigen ergiebt für den gewöhnlich intermittirend geführten Betrieb noch weit grössere Unterschiede, als bei den Schachtöfen nachzuweisen waren.

Es ist dies nicht wunderbar, wenn man erwägt, dass allein das Anwärmen bis zum Eintritte des Roheisenschmelzens sich jedesmal auf eine Metallmenge bezieht, die weit hinter der täglichen Leistung eines Cupolofens von mittlerer Thätigkeit zurücksteht.

Seite 81 finden sich diesbezügliche Mittheilungen über den Betrieb eines Ofens, welcher zum blossen Anfeuern 550 kg Steinkohlen erforderte,

dann besetzt und bis zum Schlusse des Betriebes mit etwa im Ganzen der dreifachen Menge des Anwärmequantums befeuert wurde.

Die Leistung des Brennstoffes in einem dieser gewöhnlichen Flammöfen ist schwer zu einer einigermaassen vollkommenen zu gestalten, wenn nicht andauernd gearbeitet wird.

Was allein den Verbrennungsmodus anbetrifft, d. h. die Beschaffenheit der aus dem Ofenraume hervorgehenden Verbrennungsproducte, so ist darüber noch nichts mit Sicherheit festgestellt worden. Den Erfahrungen der Praxis nach lässt sich aber annehmen, dass die Verbrennung der Steinkohlen und Brennstoffe überhaupt zwei Stadien durchläuft, von denen das erste der trockenen Destillation entspricht und hauptsächlich in der Production und Verbrennung von Kohlenwasserstoffen besteht, während das zweite die Verbrennung des vorwiegend aus Kohlenstoff bestehenden Rückstandes zu Kohlensäure, eventuell Kohlenoxyd, umschliesst.

Diese beiden Stadien verlaufen bei jeder Aufgabe an frischem Brennstoffe und treten um so rascher nach einander auf, je heisser der Ofen bereits geworden ist.

Während im Anfange des Betriebes das Abflammen des Brennstoffes, also die Production und Verbrennung schwerer Kohlenwasserstoffe der Zeit nach vorwiegt und die Kohlensäureproduction zurücktritt, geschieht in der Periode des Scharffeuers das Abflammen rasch, fast augenblicklich, und die leuchtenden Flammen, sowie der Qualm, die sich bei jeder frischen Aufgabe einstellen, verschwinden sehr rasch wieder, um dem durchsichtigen Gasstrome Platz zu machen.

In der eigentlichen Schmelzzeit wird die Verbrennungswärme vorwiegend durch glühende Gase — Kohlensäure und Stickstoff — in dem Ofeninnern verbreitet, während zu Anfang, sowie bei jedem Schüren vorübergehend, die Wärmeentwickelung im Ofen selbst durch Verbrennung der Kohlenwasserstoffe und Destillate zu Kohlensäure und Wasser stattfinden kann.

Man wird deshalb nicht sehr weit von der Wahrheit sich entfernen, wenn man die Leistung der Kohlen auf einem Flammofenroste überhaupt in zwei, allerdings ungleiche Theile zerlegt:

1) die Production und Verbrennung von Leuchtgasen,
2) die Verbrennung des rückständigen Kohlenstoffes.

Die ersten Producte verbrennen zu Kohlensäure und Wasser, die Rückstände dagegen zu Kohlensäure allein, vorausgesetzt, dass die Beschüttung des Rostes und die Luftzuführung im richtigen Verhältnisse zu einander sich befinden. In beiden Verbrennungsresultaten ist selbstverständlich eine grössere Menge Stickstoff vorhanden.

Um sich ein Bild davon zu machen, wieviel brennbare Bestandtheile als Gas weggehen und wieviel als Rückstände beim Abflammen zurückbleiben, erscheint es geboten, auf die Ergebnisse älterer oder neuerer Brennstoffuntersuchungen zurückzugreifen, und namentlich auf die des Cokereibetriebes.

Der Verfasser hat früher (II. Aufl., Bd. II, S. 150) nach älteren Angaben ermittelt, wie sich bestimmte Kohlen von Mons und von Newcastle in dem Falle verhalten können, doch haben neuere Unter-

suchungen die Unrichtigkeiten der grundlegenden Annahmen[1]) für die Cokesausbeute ergeben und die ermittelten Resultate sind unbrauchbar.

Es ist viel einfacher, als die Wirkung der Kohlen nach Gasmenge und Rückstand zu zerlegen, calorimetrische Erfahrungen mit der Kohle selbst zu benutzen und darnach die Effecte zu berechnen. Dennoch soll vergleichsweise ein solches Beispiel nach den beiden Methoden bearbeitet werden.

Bleibt man bei den Kohlen von Mons und Newcastle stehen, denen man übrigens ebenso gut westfälische echte Backkohlen substituiren könnte (deren Untersuchung allerdings viel jünger ist, als die ältere Auflage dieses Werkes), so fand Regnault für die reine Kohle von Mons

86,49 Kohlenstoff,
5,40 Wasserstoff,
8,11 Sauerstoff,

für die von Newcastle

89,19 Kohlenstoff,
5,31 Wasserstoff,
5,56 Sauerstoff.

Das Cokesausbringen dieser Kohlen ist für Mons auf 69,1 Proc. genau angegeben und kann für Newcastle etwas höher, vielleicht 70,5 Proc., angenommen werden.

Die flüchtigen Producte der Destillation betragen hiernach bezw. 30,9 und 29,5 Proc. für Mons und Newcastle, von denen rund 2 Proc. (der Kohlensubstanz) ammoniakalisches Wasser sein dürften.

Der Rest besteht aus grossentheils brennbaren Dämpfen und Gasen von hohem Effecte.

Nimmt man bei vollkommener Verbrennung den Wärmeeffect der Gase und Dämpfe auf 10000 Calorien an und den des Cokesrückstandes (vorläufig ohne Rücksicht auf den Aschengehalt) auf 8080 Calorien, so entwickelt die Kohle von Mons aus der Gewichtseinheit

$$0{,}691 \times 8080 + 0{,}289 \times 10000 = 8473 \text{ Calorien}$$

und die Kohle von Newcastle

$$0{,}705 \times 8080 + 0{,}275 \times 10000 + 8446 \text{ Calorien,}$$

während die nach Scheerer'scher Anweisung ausgeführte ältere Rechnung des Verfassers bezw. 7338,6 und 7628,6 Calorien ergeben hatte.

Nach neueren calorimetrischen Messungen schwanken die Effecte dieser Kohlenklasse (normale Backkohlen) zwischen 8800 und 9300 für reine Kohlensubstanz. (Dürre, Allgemeine Hüttenkunde, S. 159, 160, auch dieses Werk, Bd. I, S. 449.)

Diese letzteren Grenzwerthe sind entscheidend, weil sie auf Versuchen beruhen, und zeigen, wie die andere auf Zerlegung der Verbrennungserscheinung beruhende Methode zu niedrige Resultate giebt.

Selbstverständlich ist bei der Bemessung des Effectes auch der Einfluss der Asche u. s. w. zu beachten, welche für Flammofenkohlen, die ja nicht gewaschen zu sein pflegen, immerhin 10—15 Proc., oft noch mehr ausmachen können.

1) Vergl. Karsten a. a. O., Bd. II, S. 413—415.

Berechnet man nunmehr die S. 74 u. ff. gegebenen Beispiele unter Annahme von Mittelwerthen für die Kohleneffecte, so erhält man nachstehende Gegenüberstellungen.

Die alten Berliner Oefen, mit einer guten englischen Kohle von der Qualität Newcastle geheizt, verbrauchten davon etwa 76 Proc. des Einsatzes, was, die Kohleneffecte auf im Mittel 9000 Calorien in reiner Substanz oder 7650 Calorien bei 15 Proc. Asche angenommen, 581 400 Calorien gegenüber den höchstens erforderlichen 30 000 Calorien ergiebt, so dass kaum mehr als 5 Proc. Güteverhältniss herauskommt.

Der mit oberschlesischen Kohlen geführte ältere Gleiwitzer Betrieb verbrauchte (S. 75 u. ff.) bei der Herstellung von Maschinenguss etwa 48,5 Proc., bei der Walzenherstellung auch ungefähr dasselbe: 48 Proc. für mittlere, 51 Proc. für kleinere und 46,2 Proc. für schwere Blechwalzen.

Die verwendete Kohle war grossentheils von der fiscalischen Königin Louisegrube bei Zabrze, für welche von Heintz eine mittlere Zusammensetzung von 80,39 Kohlenstoff, 4,16 Wasserstoff und 14,45 Sauerstoff und Stickstoff angegeben wird. (Dürre, Allgemeine Hüttenkunde, S. 154 und dieses Werk, Bd. I, S. 447.) Der Wärmeeffect dieser Kohlensorten (langflammige Sand- und Sinterkohlen) beträgt höchstens 8500; sie sind oft sehr unrein und können eher mit 20 Proc. Asche u. s. w. ausgestattet vorausgesetzt werden, um so mehr, als der Flammofenbetrieb die schlechteren Kohlen, der Cokesbetrieb die besseren absorbirte. Der zu verrechnende Effect dürfte hiernach 6800 Calorien nicht überstiegen haben, und es entstehen folglich nachstehende Werthe:

Für Maschinenguss aus dem Flammofen 48,5 × 6800 = 329 800 Calorien,
„ Walzenguss (schwerster) 46,2 × 6800 = 314 160 „
„ „ (leichtester) 51,0 × 6800 = 346 800 „

Die neuesten Betriebsangaben (S. 79) kommen nahezu auf dasselbe heraus; sie nennen 48,7 Proc. Kohlenverbrauch pro 100 kg Gusswaaren (87,2 Proc. der Einsätze), was 42,47 Proc. ausmacht und eine Effectziffer von 42,47 × 6800 = 288 796 Calorien. Das Güteverhältniss bewegt sich hiernach zwischen 8 und 10 Proc.

Der Betrieb der Spandauer Oefen (S. 80) ergab 63,1 Proc. Kohlenverbrauch; das Brennmaterial war hier früher auch ausschliesslich englische Kohle wie bei den Berliner Anstalten, und kann man die nämlichen Ansätze machen, d. h. 15 Proc. Asche u. s. w., und einen Bruttoeffect von 7650 Calorien.

Man erhält eine Wärmeproduction von 63,1 × 7650 = 482 715 Calorien, welche ein Güteverhältniss gegenüber 30 000 Schmelzwärme von etwas mehr als 6 Proc. ergiebt.

Der Betrieb der Königin Marienhütte (S. 81 besprochen) ergab 80 Proc. Kohlenverbrauch, auf den Guss bezogen, dessen Verhältniss zum Einsatze sich nicht angegeben findet, so dass ein vergleichbares Güteverhältniss nicht berechnet werden kann.

Interessante Vergleiche bieten dagegen die Beispiele von Holz- und Braunkohlenbetrieb (S. 82).

Nimmt man den für württembergische Werke angegebenen Holzverbrauch von 130 Proc. Nadelholz zunächst vor, so ergiebt sich Folgendes:

Gutes lufttrockenes Nadelholz wird im Wärmeeffecte höchstens mit 3200 Calorien zu beziffern sein, da es 20 Proc. Asche und Wasser ent-

hält und im absolut trockenen Zustande im äussersten Falle 4000 Calorien ergiebt. (Dürre, Allgemeine Hüttenkunde, S. 103 und dieses Werk, Bd. I, S. 436.)

Die entwickelte Wärmemenge für 100 Theile Roheisen würde hiernach 130 × 3200 oder 416 000 Calorien sein, was ein noch besseres Güteverhältniss ergiebt, als die Spandauer Oefen, d. h. etwas über 7 Proc.

Die S. 82 erwähnten Braunkohlenöfen mit einem Kohlenverbrauche von 75—110 Proc. ergeben ebenfalls keine hohen Ziffern.

Nimmt man den Durchschnittseffect der steyrischen Glanzkohlen mit 6500 Calorien an, so bewegen sich die Wärmeproductionen der besagten Ofenbetriebe zwischen 487 500 und 715 000 Calorien, was Güteverhältnisse von 6 bis zu 4 Proc. herab bedeuten würde. Es ist indessen sehr möglich, dass die Kohlen, über deren Beschaffenheit genauere Angaben nicht gemacht worden sind, eine weit geringere Qualität besassen, als hier angenommen wurde.

Die S. 82 weiter angeführten Betriebe zu Finspong ergaben für Ofenconstructionen mit gestrecktem Herde (als französische Oefen unterschieden) 45 Proc. Kohlenverbrauch, während die nach amerikanischem Muster erbauten Oefen mit vorgerücktem Sumpfe etwa 31 Proc. gebrauchten, in beiden Fällen beste Newcastler Kohlen zu 7650 Calorien, wie vorher angenommen, so dass die Wärmeproduction

für die französischen Oefen 45 × 7650 oder 344 250 Calorien,
„ „ amerikanischen „ 31 × 7650 „ 237 150 „

betrug.

Das Güteverhältniss ist hiernach
im ersten Falle etwas unter 9 Proc.,
„ zweiten „ „ über 12½ „

Die Resultate der S. 83—85 besprochenen französischen Betriebe endlich, im grösseren Durchschnitte 49 Proc. Kohlenverbrauch aufweisend, stimmt mit dem für Gleiwitz angegebenen überein, doch ist das Güteverhältniss um so viel schlechter, als die verwendete Kohle von Mons besser ist wie die oberschlesische.

Es werden der reinen Schmelzwärme von 30 000 Calorien immerhin 49 × 7500 oder 367 500 Calorien gegenüberstehen, was ungefähr etwas über 8 Proc. Güteverhältniss ergiebt.

Nach Vorstehendem darf man mithin bei intermittirendem Flammofenbetriebe auf nicht mehr als 5—12½ Proc. Nutzwerth, d. h. das Verhältniss des theoretisch nothwendigen zum praktisch erforderlichen Brennstoffverbrauche rechnen.

Hinsichtlich des continuirlichen Betriebes liegen wenig zuverlässige Angaben vor, da die Anwendung der Flammöfen zum Schmelzen der Converterchargen nur kurze Zeit gedauert hat.

Hasenöhrl giebt (Preuss. Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. XVI) 85—90 Proc. Kohlenverbrauch für die ersten Königshütter Flammöfen an. (Bd. I, Taf. XVI, S. 638.)

Diese auffallend hohe Ziffer giebt nach den für Gleiwitz gemachten Annahmen der Effecte oberschlesischer Kohlen 6800 × 87,5 oder 595 000 Calorien gesammter Wärmeproduction, welcher 30 000 Calorien gegenüberstehen! Das Güteverhältniss wäre hiernach kaum 5 Proc., für einen continuirlichen Betrieb viel zu wenig.

Es ist anzunehmen, dass die verwendete Kohle (halb Stück- halb Kleinkohle) nicht von sehr guter Qualität gewesen ist, so dass der Effect von 6800 als zu hoch gelten kann.

Die grossen Unterschiede, namentlich gegenüber den Schachtöfen, rühren hauptsächlich von den in dem Missverhältnisse der Oberfläche und des Inhaltes der Schmelzräume begründeten grossen Strahlungsverlusten der Flammöfen her. Die Berechnung derselben mit Hülfe des Dulong'schen Gesetzes über die Strahlung und Transmission ist früher von dem Verfasser versucht und das Ergebniss veröffentlicht worden.[1]) Danach würden pro Stunde circa 4 850 976 Wärmeeinheiten (auf Kilo bezogen) durch Transmission und unter Voraussetzung einer Erwärmung von 1500° C. verloren gehen.

Rechnet man 2250 kg als Einsatz und 3 Stunden als Schmelzzeit, so ergiebt sich für die Guettier'schen Oefen mit circa 17,5 qm Oberfläche ein Wärmeaufwand von 16 181 513 Wärmeeinheiten, während die nothwendige Leistung 990 000 Wärmeeinheiten entspricht und die Leitungs- und Strahlungsverluste auf 13 552 928 Wärmeeinheiten sich belaufen.

Der Werth erscheint viel zu hoch, doch nur genaue Ermittelungen und Gasuntersuchungen würden die Vorgänge so aufklären, dass an eine einigermaassen zuverlässige Wärmestatik und an die Correction dieses Werthes zu denken wäre.

Dass die Wärmeverluste, abgesehen von dem Verluste durch die abziehenden Gase, hauptsächlich in der Transmission und Strahlung begründet sein müssen, erhellt ferner daraus, dass der grössere, namentlich breiter angelegte amerikanische Ofen zu 16000 kg Einsatz ein abweichendes Resultat zeigt. Hier sind die Verhältnisse von Raum und Oberfläche bei weitem günstiger als bei den Flammöfen mit gestrecktem Herde, und von diesem Standpunkte aus lassen sich die meisten dieser Apparate kritisiren.

G. Wärmehaushalt von Gasflammöfen.

Die verschiedenen früher bereits charakterisirten Gasöfen Siemens'scher und anderer Constructionen sind mehr zum Stahl- als zum Eisenschmelzen verwendet worden, ergeben aber in den wenig bekannten Fällen der letztgedachten Anwendung nicht unerhebliche Ersparnisse gegenüber den gewöhnlichen, direct befeuerten (und meist auch intermittirend betriebenen) Flammöfen.

Wie schon hervorgehoben, richtet man nicht leicht einen intermittirenden Gasofenbetrieb ein, und schon deshalb vertheilen sich die Befeuerungskosten günstiger.

Gruner in seinem von dem Verfasser bearbeiteten und erweiterten Aufsatze über die Ausnutzung der Wärme in den Oefen der Hüttenwerke (Dingler's Journal, Jahrg. 1876, Bd. 220) giebt z. B. für den älteren Betrieb von Terrenoire 20 kg Kohlenverbrauch mit circa 18 kg

1) Berg- und hüttenmännische Zeitung 1870, S. 195. In diesem damals als vorläufige Mittheilung veröffentlichten Aufsatze ist die Zwischenstation der Kohlenwasserstoffe übergangen und der Gehalt der Kohlen an Kohlenstoff und Wasserstoff direct in Kohlensäure und Wasser umgerechnet.

Kohlensubstanz, auf den Einsatz bezogen, an und berechnet daraus ein Güteverhältniss von 20 Proc., wobei der Kohleneffect auf über 144 000 beziffert ist.

Ein mit Ponsard'schen Recuperatoren (Wärmeübertrager durch Leitung und ohne Umschaltung vermittelst durchlöcherter Steinsysteme) betriebener Schmelzofen in der Nachbarschaft von St. Etienne verbrauchte nach Gruner nicht mehr als 19—20 kg Kohlen pro 100 kg Roheisen, nach S. Perissé nur 17 kg, was nach Gruner die Gegenüberstellung von 30 000 Calorien Schmelzwärme und 122 400 kg Wärmeproduction bedeutet, so dass ein Güteverhältniss von rund 24 Proc. herauskommt.

In beiden Fällen ist allerdings continuirlicher Betrieb zum Behufe des Einschmelzens von Bessemerchargen vorausgesetzt, nicht Betrieb zu Giessereizwecken.

Wie beim Gastiegelofen kommen noch die Resultate für den Stahlguss in Betracht, der in immer grösserer Ausdehnung auch im Gebiete der Giessereien auftritt.

Auch für diesen Zweck liefert die angezogene Gruner'sche Arbeit einige ältere Elemente der Rechnung.

Einer der ältesten nach dem ursprünglichen Siemens-Martin-Verfahren arbeitenden Oefen auf dem Hüttenwerke Terrenoire verbrauchte 50—52 Proc. Kohlen von derselben Qualität, wie sie in den vorhergehenden Beispielen als maassgebend angenommen worden ist, also mit ungefähr 46 Proc. Verbrauch an reiner Kohlensubstanz.

Es stehen sich somit 46 × 7650 oder 351 900 und 35 000 Calorien entgegen, was nahezu 10 Proc. Nutzeffect giebt. Der damals langwierige Betrieb erforderte naturgemäss ziemlich viel Kohlen, was sich mit der zunehmenden Verbreitung und Erfahrung geändert hat.

Bereits Jordan (Album de Métallurgie du fer, texte p. 282) giebt für eine immer noch über 8stündige Schmelzung 1300—1400 kg Gesammtkohlenverbrauch an, der sich auf 5721 kg Fortsatz und 5410 kg Producte vertheilt.

Daraus berechnet sich ein Kohlenverbrauch von 23,6 Proc. oder 21 Proc. Kohlensubstanz, die, ebenfalls mit 7650 Calorien veranschlagt, 160 650 Calorien gegenüber 35 000 Calorien Schmelzwärme ergeben haben.

Das Güteverhältniss würde hiernach über 20 Proc. betragen, was eine für Gasfeuerungen kaum mehr zu übertreffende Leistung bedeuten würde und den zum Anheizen des Ofens erforderlich gewesenen Kohlenverbrauch jedenfalls ausser Acht lässt.

Neuere und neueste Resultate von Martinschmelzöfen theilt von Sólcz-Schemnitz mit (aus dem Ungarischen in der Oesterr. berg- und hüttenmännischen Zeitung 1893, S. 1 u. ff. von Semlitsch wiedergegeben) und bespricht besonders einen 7-Tonnenofen mit schlechter Braunkohle betrieben und einen 8-Tonnenofen mit Steinkohlen betrieben (welche aber auch nicht erster Qualität zu sein scheinen).

Der 7-Tonnenofen gebraucht pro 10 kg Fertigproduct (88—90 Proc. des Einsatzes) pro Charge (einschliesslich Fütterung und Vorwärmung) 456 kg Braunkohle mit 15 kg Asche und 25—30 Proc. Wasser, also mit nur 55—60 Proc. Kohlensubstanz, mithin pro t Einsatz 220,7—246,2, im Mittel also 233,5 kg reine Kohlensubstanz.

Veranschlagt man den Effect der reinen Kohlensubstanz auf 6300 Calorien, was vielleicht zu viel ist, so hat man eine Wärmeproduction von 1471050 Calorien gegenüber von 35000, also ein minimales Güteverhältniss, was kaum $2^1/_4$ Proc. erreicht, sich aber besser darstellt, wenn die erforderliche Wasserverdampfung u. s. w. in Anschlag gebracht wird und eine in der Wirklichkeit vermuthlich geringere Leistungsfähigkeit des Brennstoffes.

Eine entscheidende Kritik giebt schliesslich nur die Werthsziffer des Brennstoffes, die ja bei dieser Art Kohlen sehr niedrig sein kann und thatsächlich auch in österreichischen Bezirken auf wenige Kreuzer pro 100 kg herabsinkt.

Der weiter von von Sólcz beschriebene 8-Tonnenofen, mit Steinkohlen betrieben, hat angeblich 65 Proc. Brennstoff von nicht näher charakterisirter Beschaffenheit gebraucht.

Nimmt man nur oberschlesische Qualität, also 20 $^0/_{00}$ Asche an, so stehen den 35000 Calorien Stahlgusswärme nur 6500 × 65 oder 422500 Calorien gegenüber, also ist das Güteverhältniss nicht viel über 8 Proc.

Weitere Angaben über Betriebsergebnisse und namentlich Kohlenverbrauchsziffern enthalten auch die Angaben Eckardt's, S. 97 und 98 dieses Buches, ferner Toldt's und Hanns von Jüptner's Veröffentlichungen über Siemens-Martinöfen (Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch, Bd. XLI).

Die Werthe gehen auch hier je nach der Kohlenqualität sehr bedeutend auseinander und schwanken zum Theil zwischen 50—65 Proc., wobei aber die Qualität der Kohlen sehr in Betracht kommt.

Die Kohle, von welcher ein Verbrauch von 50 Proc. angenommen wurde (Toldt, Ueber Details der Siemens-Martinöfen, S. 133), enthielt nach Schmidhammer 67,65 Proc. Kohlenstoff neben 14,66 Proc. Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff und 17,69 Proc. Wasser und Asche. Es war mithin eine der oberschlesischen Zusammensetzung entsprechende Kohle, kann aber auch der Banater Kohle entsprechen.

Die zweite Sorte Kohle ist als Gemisch angeführt und enthält bei nahezu 20 $^0/_{00}$ Asche und Wasser 56 Proc. Kohlenstoff, d. h. auf reine Substanz bezogen etwa 70 Proc., gehört also eher zu den Braunkohlen, wohin auch der höhere Verbrauch deutet.

Die angezogene Broschüre enthält weitläufige Berechnungen über die Einzelheiten der Vergasung, die Zusammensetzung der Gasströme, die Grösse, Temperatur u. s. w. der Regeneratoren und andere Einzelheiten, doch keine Andeutungen über den calorimetrisch gefundenen Effect der Kohlen selbst.

Man ist infolgedessen ebenfalls auf Annahmen angewiesen, welche gerade im Gebiete der Braunkohlen sehr weit von der Wirklichkeit sich entfernen können und keinen positiven Werth haben.

Dennoch geht aus den gemachten Angaben, die sich leicht hätten vermehren lassen, hervor, dass das Güteverhältniss gut betriebener Gasöfen bis auf 20 $^0/_{00}$ steigen kann, womit aber auch dem Maximum schon so nahe gekommen sein dürfte, dass weitere Erfolge nicht vorauszusehen sind.

Einen Trost über diese anscheinend niedere Leistungsfähigkeit findet man in den geldlichen Notizen Eckardt's und Anderer.

Breslauer z. B. sagt (a. a. O., S. 83): Der Aufwand an Brennmaterial ist bei kleinem Betriebe ein unverhältnissmässig hoher; während er z. B. bei Oefen von 1000 kg Fassungsraum zwischen 1,5—2 ℳ pro 100 kg geschmolzenen Materiales liegt, kann er bei Oefen von 3000—7000 kg Fassungsraum auf 0,8—1 ℳ angenommen werden.

Ein Mittel, die Brennstoffconsumziffer herunter zu bringen, liegt im Bestreben, einerseits durch Vergrösserung der Oefen die Wärme besser auszunutzen, dann auch den Betrieb zu verstärken durch gute Generatoren mit intensiver Gasproduction aus möglichst billigen Brennstoffen und Einschränken der Constructionsmassen der Oefen durch möglichst compendiöse Bauart.

Ob in der letzten Beziehung die alte Anordnung der Wärmespeicher unter den Oefen nicht einen gewissen Vorzug vor den abgetrennten Wärmespeichern mit Bathoröhren hatte, kann behauptet, aber auch angefochten werden, bis wirklich praktische Vergleiche vorliegen und Resultate für gleichartigen Betrieb bekannt geworden sind.

3. Kapitel.

Einrichtung von Ofenanlagen.

Nächst der Einzelconstruction der zum Roheisenschmelzen gehörenden Apparate erscheint ihre Zusammenstellung und Anordnung, abgesehen von ihrer Verbindung mit den Zugängen, Arbeitsplätzen und anderen Vorrichtungen der Giessereianlage, als ein wichtiger, hier zu besprechender Punkt.

Auf den Taf. I—VIII sind ausgewählte Beispiele, zum Theil der Praxis direct entnommen, dargestellt, welche grossentheils Cupolöfen anlangen (Taf. I—VI), dann Flammöfen, und zwar Gasofenanlagen vergegenwärtigen.

Auf den Taf. I und II ist eine aus vier Cupolöfen bestehende Schmelzanlage mit zugehörigem Aufzuge dargestellt, wie sie vielfach auch zur Herstellung sehr heissflüssigen und constanten Materiales für den Geschosskernguss angewendet wird.

Es sind zum Theil Ireland'sche, zum Theil glatte Cupolofenconstructionen vorgesehen, bezüglich deren Bewährung anscheinend keine sehr verschiedenen Erfahrungen gemacht worden sind.

Die Oefen stehen, wie der Grundriss Fig. 1 auf Taf. II ergiebt, in einem Anbau an der Langseite des Giesshauses, haben eine gemeinschaftliche, durch eine Treppe zugängliche Aufgebebühne und gemeinschaftliche Treibkolbenaufzüge für Dampf oder Luft mit Arretir- und anderen Schutzvorrichtungen.

Die sonstigen Anlagen sind selbstverständlich, wie die Windzuführung u. A.; ebenso entsprechen die Armaturen der Ofenschächte und Kamine bewährten Grundsätzen, und man kann Anordnung und Aufstellung als eine solide und geräumige für alle Anwendungen empfehlen, bei denen

nicht an Platz gespart zu werden braucht und auch eine solide kräftige Bauart sich durch die Betriebsansprüche rechtfertigt.

Eine Aufzugsdisposition für stärkere Leistungen, d. h. schwere Chargen oder Abgüsse findet sich auf Taf. III wiedergegeben. Der Aufzug ist ein hydraulischer und entspricht in der Bauart und dem Betriebe des Motors dem in Fig. 62, S. 690 des ersten Bandes gegebenen Beispiele. Der gesammte Hub ist 9180 m und der Aufzug ist wie immer bei den meisten Cupolöfen einfachwirkend. Das Aufzugsgerüst ist stark und einfach gebaut und ruht einerseits auf einem aus Gitterwerk construirten Ständer, andererseits mittelst verschiedener Träger in der Wand des Schmelzraumes.

Der Cupolofen steht hoch, weil die hier dargestellte Anordnung seine Verwendung als Schmelzapparat einer Bessemerei voraussetzt. Für gewöhnliche Giessereiverhältnisse stellt man den Ofen auf die Hüttensohle unter Wegfall der 3,60 m hohen Terrasse, und der Aufzug hat dann selbstverständlich eine um ebensoviel geringere Hubhöhe.

Die Construction des Ofens ist eine für grosse Ladungen oft beliebte und auch geeignete, wenn man auch gegen die eigenthümliche Zusammenziehung und Erweiterung an der Gicht Manches einwenden könnte, da die entstehende Schachtkante doch nicht sehr haltbar sein dürfte, wenn sie auch aus breiten Flachsteinen hergestellt ist, die den eigentlichen Kernschachtstoss vollkommen abdecken.

Die Einzelheiten des Aufzugsgerüstes, Korb, Anhalte- und Sicherheitsvorrichtung, Kettenscheibenauflagerung, sind ohne Weiteres verständlich.

Auf Taf. IV und V sind zwei Entwürfe von Ofenanlagen nebst Aufzügen für mittlere Giessereien dargestellt, bei deren Entstehung nachstehende Grundsätze und Annahmen maassgebend waren.

Die erste der beiden Tafeln betrifft die Aufstellung und Aufzugsanlage für zwei Oefen nach Ireland's System. Die Oefen stehen, wie aus der auf Taf. XXV gegebenen Gesammtanlage hervorgeht, neben einander und werden von einer geräumigen Aufgebebühne aus bedient, welche diesen ganzen Theil des Ofenanbaues vollständig ausfüllt und in der Ecke durch eine Wendeltreppe zugänglich ist, während der Aufzug ausserhalb der Anbauwand, doch in engster Verbindung mit der Bühne, angeordnet ist.

Die Bewegung des Aufzuges erfolgt durch Transmissionsantrieb vom anstossenden Maschinenraume her, könnte indess ebenso gut von einer anderen Kraftquelle, z. B. der Betriebsmaschine der Bearbeitungswerkstätte einer zugehörigen Maschinenbauanstalt aus herzugeführt werden.

Der eigentliche Antrieb geschieht nunmehr durch Scheiben- oder Schneckenübersetzung in der Art, dass von den drei vorhandenen Antriebscheiben auf der Transmissionswelle die mittlere fest ist, während die beiden anderen nur lose sitzen. Die Uebertragung der Bewegung erfolgt nunmehr durch zwei Riemen, einen gekreuzten und einen offenen, von welchen der gekreuzte beim Aufgange des Fördergestelles auf der festen Scheibe läuft, während beim Niedergange der offene Riemen an die Stelle des gekreuzten tritt.

Die Riemenverschiebung (vergl. Fig. 2) wird durch Ziehen am Steuerseil bewirkt, wodurch ein kleines Zahnrad in Bewegung gesetzt wird,

in das die als Zahnstange ausgebildete Gabelwelle der Riemenverstellung eingreift.

Ausserdem ist noch eine selbstthätige Bremse vorgesehen, welche in demselben Augenblicke in Wirksamkeit tritt, wenn die Riemenverschiebung auf die Losscheibe stattfindet.

Um in der Bemessung der Belastungsgrenze nicht zu beschränkt zu sein, ist das Gewicht des Fördergestelles und des Fördergefässes durch ein besonderes Gegengewicht von circa 1000 kg ausgeglichen, welches am freien Ende des Zugseiles hängt und in Fig. 1 und 2 seinen höchsten Stand erreicht hat.

Der Kraftbedarf veranschlagt sich auf etwa 5 Pferdekräfte, wobei die Trommelwelle etwa 7,7 Touren, die Antriebswelle 250 Touren machen soll.

Die übrigen Einzelheiten sind leicht verständlich und bedürfen kaum der Erörterung.

Die andere Ofenaufstellung, Taf. V, welche zur Gesammtanlage Taf. XXVI gehört, die ebenfalls für mittleren Betrieb entworfen und bearbeitet worden ist, hat Oefen mit Vorherden, dem Krigar'schen System entsprechend, vorgesehen, die, ebenfalls in einem Anbau, in einer Reihe stehend untergebracht sind und noch einen Flammofen neben sich haben. Die Aufgebebühne füllt den grössten Theil des Anbaues aus und ist ebenfalls in der Ecke durch eine Wendeltreppe zugänglich, während der Aufzug ausserhalb des Anbaues, aber neben dem Maschinenraume sich befindet, in welchem Kessel, Maschine und Blower sich befinden, während weiter nach vorn die ebenfalls der maschinellen Hülfe bedürftigen Formmassenmühlen, Thonschneider in besonderem Raume untergebracht sind.

Die Uebertragung der Bewegung von der Transmissionswelle der Maschine ist ganz ähnlich wie im vorhergehenden Falle, nur ist die Anordnung der Einzelheiten etwas anders.

Die feste Riemenscheibe sitzt zwischen zwei etwas breiteren losen Scheiben und geschieht die Riemenverschiebung, wie in Fig. 5 angedeutet ist, von unten her.

Auf der Riemenscheibenwelle sitzt wiederum eine Schnecke, die das auf der Trommelwelle sitzende Schneckenrad antreibt, wobei ebenfalls eine Gewichtsausgleichung des Fördergestelles und des Fördergefässes, leicht erkennbar, angebracht ist.

Bei einer Belastung von bis 2000 kg hat der Constructeur eine Fahrgeschwindigkeit von 0,8—1 m angenommen und gelangt bei 150 Touren Transmissionsgeschwindigkeit zu circa 12 Touren des Schneckenrades bezw. der Trommel.

Der Kraftverbrauch dürfte dem des vorigen Beispieles gleich oder doch sehr nahe kommen.

Diese Darstellungen von Anordnungen von Cupolöfen, wobei in den zwei letzten Beispielen auch Andeutungen über die miteinbezogene Aufstellung von Flammöfen gegeben sind, werden am Besten vervollständigt durch die auf Taf. VI gegebene Anordnung einer Cupolofenanlage in Verbindung mit einem Converterbetriebe.

Es ist von derartigen Cupolöfen bereits mehrfach die Rede gewesen im Hinblicke namentlich auf ihre absoluten und relativen Leistungen

(vergl. diesen Band S. 61 und 127), und es erscheint nicht überflüssig, in den Betrachtungen über die passendste Aufstellung von Ofenanlagen auch diese Anordnung nicht zu übergehen, obschon ein directer Nutzen davon vielleicht bestritten werden könnte. Eine Orientirung auch über derartige hier vorliegende Modificationen in Aufstellung und Anwendung eines Hauptapparates von Giessereibetrieben wird dem Giessereitechniker hoffentlich nicht unwillkommen erscheinen.

Das Anlagenprofil Taf. VI eines amerikanischen Bessemerwerkes (nach Howe, Metallurgy of Steel, Vol. I) soll besonders zeigen, welche Niveauverhältnisse bei einem derartigen fast automatisch verlaufenden, dabei sehr intensiven Betriebe zu berücksichtigen sind.

Vor Allem ist dafür zu sorgen, dass das geschmolzene Material in fortwährend gleichmässigem Falle nach den Frischgefässen (*E*) gelangt, die ihrerseits auch wieder so hoch zu lagern sind, dass sie in den Giesskessel des Krahnes (*G*) bequem entleert werden können, welcher alsdann den Transport in die in flacher Grube aufgestellten Blockformen vermittelt und dabei natürlich gehoben oder gesenkt werden kann.

Die amerikanischen Ingenieure, welche, wie Pearse, Holley u. A., nach ihnen die erste Einführung und Durchbildung des Bessemerprocesses vermittelten und sich gleich zu Anfang einer enormen Nachfrage von Eisenbahnschienen gegenüber sahen, waren von selbst gezwungen, bei ihren Anlagen Alles aus dem Wege zu schaffen oder zu vermeiden, was die Leistungsfähigkeit einschränken konnte. Bereits vor 1876 waren sie zu 50 Chargen in 24 Stunden für ein Converterpaar gelangt, und wesentlich trug zu dem Erfolge die Bauart der neuen Giesshallen bei.

Die Zeichnung lässt deutlich erkennen, dass das Rohmaterial auf einem Aufzuge *A* (der gewöhnlich doppelt vorhanden und in den Ecken des Anbaues untergebracht ist) auf die über 13 m über der Hüttensohle befindliche Aufgebebühne geschafft wird und von da sowohl in die grossen Cupolöfen *B*, als auch in die kleinen *C*, welche die Endzusätze und Reductionsmittel zu schmelzen haben, gelangt.

Beide Ofenarten stehen auf metallenen Gerüsten oder sind darin aufgehängt, um von allen Seiten her bequem zugänglich zu sein. Die Anzahl der Oefen richtet sich nach den Betriebsumfängen; von den grossen stehen 2—3 nebeneinander, auch mehr, während 3—4 kleine vorhanden sind. Meist sind sie mit lösbarem Boden versehen, wie hier am Ofen *B* angedeutet ist, und die Reste einer Campagne gelangen dann unmittelbar zur Hütte hinaus, indem sie auf der metallbelegten schiefen Ebene hinabgleiten.

Das flüssige Metall fliesst durch Gerinne zunächst in fahrbare Giesspfannen mit Umkippvorrichtung, welche bei der Hauptmasse des Metalles, die aus dem Ofen *B* kommt, direct in das Maul des umgelegten Converters ausgiesst, allenfalls mittelst einer kurzen löffelartigen Eingussrinne, die vorgelegt wird.

In ganz gleicher Weise gelangen auch gemischte Hochofenchargen direct zum Verblasen.

Die kleinen Oefen geben das Eisen ebenfalls zunächst in die kleine fahrbare Giesspfanne *D* ab, die dann mit langer Einlaufrinne ihren Inhalt an das Frischgefäss, die Birne *E*, liefert.

Der mit teleskopisch zusammenschiebbarem Schutzmantel versehene Giesskrahn (in höchster Stellung gezeichnet) nimmt die aus dem umgelegten Frischgefässe auslaufende Charge in die Giesspfanne *G* auf und lässt sie nach erfolgter Hebung in die im Kreise aufgestellten Blockformen laufen, von denen eine in der Figur erscheint (gerade unter der Pfanne).

Der Verkehr an den Ofenstichen, den Giessrinnen u. s. w. wird durch Zwischenbühnen und Stege aus geripptem Eisen u. s. w. vermittelt, die in dem Profil nicht immer angegeben sind, weil sie beweglich angeordnet werden müssen, wie Manches an derartigen Anlagen.

Die unter der Birne gezeichnete Vorrichtung dient zum Auswechseln der Böden und wird durch eine im Fundament angebrachte hydraulische Vorrichtung, die freigelegt werden kann, in der Zwischenzeit aber durch einen Gewölbschlussstein Deckung findet, bewegt.

Bekanntlich werden in den Converterwerken alle Hebungen u. s. w. mittelst Druckwassers verrichtet, welches durch Pumpenanlagen in Accumulatoren gepresst *(I)*, mittelst besonderer Steuervorrichtungen (bei *K)* den Krahnen, Aufzügen und Drehvorrichtungen (unter der grossen Pfanne *D* befindet sich der Wendecylinder) zugeführt wird. (Vergl. noch Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, Bd. III und andere Specialwerke.)

Die vorher durch einen Hinweis gekennzeichnete Beziehung der Cupolofengruppen zu den Arbeitsplätzen, Zugängen und sonstigen Theilen der Gesammtanlage kommt später zu kurzer Besprechung, wenn es sich eben um die Anordnung der Gesammtanlagen handelt.

Bezüglich der gewöhnlichen Flammöfen ist, wie schon gesagt, wenig Allgemeines zu bemerken.

Man stösst sie entweder mit der Fuchsseite an die Aussenwand des Giessraumes an, wenn es sich, wie bei den Oefen von Gleiwitz und Spandau (Bd. I, S. 626 und 628), um geneigte Sohlen handelt und bedeckt sie mit einem Hängedach, oder man stellt sie mit der Langseite neben die Hüttenwand, welche alsdann von einem grösseren Bogen durchbrochen wird, um die erforderliche Zugänglichkeit zu erlangen. Hauptsache ist freiester Luftzutritt zum Roste, um keinerlei Zughemmung zu haben. Bei der Seltenheit der Anwendung gewöhnlicher Flammöfen heutigen Tages genügen diese Andeutungen.

Mehr Interesse beanspruchen die Anordnungen der Gasöfen, wie sie zur Herstellung von Stahlformguss verwendet werden.

Auf Taf. VII ist zunächst eine in Oesterreich vielfach übliche Ofenanlage mit zugehörigen Generatoren und Giess- sowie Aushebekrahnen dargestellt, welche zur Herstellung von Façonguss aus Herdstahl oder Herdeisen bestimmt und verwendet ist.

Wie leicht erkennbar, wird der Ofen mit einem geblasenen Generator betrieben (ein zweiter dient als Reserve) und entsendet seine Gase durch einen Staubfang nach einem in der Mitte beider Generatoren liegenden Rohre mit Wasserabschluss, von wo die Gase direct nach dem Vertheilungsapparate ziehen. Der Letztere ist ein Zweiwegehahn, d. h. er hat zwei gekrümmte Durchbohrungen, welche in der Constructionssubstanz mit feuerfestem Chamottestein ausgespart sind. Die Gase gehen bei der Einstellung, die der Grundriss Fig. 1 zeigt, nach dem, vom Ge-

nerator aus gesehen, rechts stehenden Kanal, umziehen den für die Luft allein vorgesehenen Wärmespeicher und gelangen direct und mit der Erzeugungswärme nach dem Ofen, welchen sie jederseits mittelst zweier, mit hohen Gewölbkappen bedeckter Züge erreichen, während die Luft etwas näher am Ofenherd ausströmt und die Bildung des Gasfeuers veranlasst.

Die Luft tritt aus der Atmosphäre zuerst in ein Rohr, welches längs der Ofenlangseite liegt (im Grundriss, Fig. 1 obere Hälfte, leicht erkennbar), durchzieht eine Reihe von Fächern in den Eisenkästen, die über der Decke der Speicher und der Gaskanäle liegen, und gelangt schliesslich in der Achse der ganzen Anordnung nach unten vor den zweiten Zweiwegehahn, der sie nach dem rechts gelegenen Wärmespeicher führt, den sie durchströmen, um dann ebenfalls nach oben und in den Ofen zu gelangen.

Die Abgase bei dieser Stellung der Vertheilungsapparate gehen natürlich den umgekehrten Weg auf der linken Seite, erhitzen den vorher für die Lufterwärmung benutzten Wärmespeicher aufs Neue, sowie auch den Gaskanal und gehen alsdann durch die betreffenden Hahnwege in den zwischen den beiden Hähnen befindlichen Einfall nach dem Essenkanal.

Die Anordnung für zwei Oefen ist durch die Lage des Kamins, wie auch durch die gekennzeichnete Mittellinie leicht erklärbar; es wiederholen sich einfach die Generatorenanlagen, wie auch die Giessstätten und ein Theil der Krahne. Die Giessstätten liegen vor den Oefen und schliessen einen Giesskrahn ein, dessen Bauart der der Giesskrahne der Converterwerke und auch der Benutzung von gedrücktem Wasser entspricht, also das Vorhandensein oder die Erbauung einer hydraulischen Kraftanlage voraussetzt.

Im tiefsten Stande, wie in der Zeichnung angenommen, sinkt der Krahnarm mit der Pfanne in einen seitlichen Fortsatz der Krahngrube, die keine eigentliche Giessgrube, sondern nur so gross genommen ist, dass man bequem die Stopfbüchse des Krahnstammes beaufsichtigen kann.

In der Achse des gedachten Fortsatzes liegt der Abstich des Ofens, unter welchen eine fahrbare Rinne geschoben werden kann, welche das Metall nach der Pfanne führt. Ist Letztere gefüllt, so steigt der Krahn so weit, dass die Pfanne über dem Grubenrande sich befindet und höher als die auf demselben disponirten Formkasten schwebt, deren Eingüsse so liegen müssen, dass sie das Stichloch der Pfanne bei Drehung des Krahnes möglichst ohne grosse Bewegung der Pfanne in radialer Richtung bestreicht. Die Aufgabe des Giessmeisters ist es, bei der Aufstellung der Kasten dieselben so geschickt zu ordnen, dass möglichst viel Formen untergebracht werden und alle eine gute Lage für den Guss haben.

Um die Giessstätten herum stehen mehrere Hebekrahne zur Bewegung von Formen, Formkasten, Gussstücken u. a. m., die ebenfalls hydraulischen Antrieb haben, da der Motor einmal vorhanden ist.

Das System ist bei dem Letzteren das gleiche wie bei dem Giesskrahne: der Plunger oder der die Hebung vermittelnde Druckkolben geht durch den Cylinder durch, wobei der durchgehende, hauptsächlich zur besseren Führung bestimmte Theil einen geringeren äusseren Durch-

messer hat, als der Hauptkörper des Kolbens. Derartige in manchen Bezirken beliebte Krahnsysteme arbeiten mit grosser Wasserersparniss, können aber durch andere, z. B. die bei den Converteranlagen neuerdings sehr in Aufnahme gekommenen Stamm- oder Säulenkrahne mit Führung im Dache, wie auf Taf. VI, *G* und *H*, erkennbar, ersetzt werden. (Vergl. über hydraulische Krahne von Converterwerken: Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, Bd. III, S. 445, 464 und andere Lehrbücher über Eisenhüttenkunde.)

Eine andere, vielleicht bequemere Anordnung von Gasöfen für die Herstellung von Formguss ist auf Taf. VIII wiedergegeben. Sie umfasst, wie die vorhergehende, zwei Oefen von verschiedener Grösse, dem speciellen Bedarfe entsprechend zugestellt.

Die Generatoren liegen in zwei Gruppen ausserhalb der Schmelz- oder Giesshalle, doch unter einem Schleppdache, und haben die gewöhnliche Construction solcher Vorrichtungen, doch ohne die Siemens'schen Röhren u. s. w.

Sie münden sämmtlich in einen noch unter dem Hängedache liegenden gemeinsamen Kanal, jeder für sich durch einen Schieber abgeschlossen, und dieser Kanal verbindet sie mit den Vertheilungsapparaten der beiden Oefen. Es sind gewöhnlich Drosselklappenapparate und die Gas- wie Luftführung, bezw. die Leitung der Abgase erfolgt in ganz gleicher Weise wie bei den früher beschriebenen Oefen. (Bd. I, S. 646 u. ff.)

Die Oefen selbst wie ihre Umgebung, dann die in zwei Hallen etwas tiefer gelegenen Formereiplätze sind, als durch Laufkrahne beherrscht, gedacht und stehen deshalb am Ende des gesammten Giessraumes in einer durch die Erfahrung gebotenen Entfernung von den Arbeitsplätzen.

Die Langseiten der Anlagen haben Nebenräume, die ebenfalls mit Schleppdächern abgedeckt sind und zur Aufbewahrung von allerlei Material und Geräth reservirt bleiben.

Durch vorherrschende Anwendung von Eisenconstructionen ist dem Ganzen ein luftiger Charakter gegeben, welcher den Einfluss der starken Ofenhitze mässigt oder verringert, auch ist das Dach hinlänglich hoch gestochen, um eine gute Luftcirculation zuzulassen.

Alle anderen Einzelheiten erklären sich von selbst, und aus dem nach Gedächtnissskizzen und vereinzelten Angaben entworfenen und durchconstruirten Anlagebilde kann man sich eine ungefähre Vorstellung von Platzbedarf und Ausführung einer derartigen Sache machen.

Natürlich sind die Bedingungen durchaus andere wie für die Herstellung von Gussblöcken zu weiterer Verarbeitung, wobei die zu erzielende Gleichförmigkeit der Producte den Schwerpunkt in den Schmelzbetrieb, nicht in die Herstellung der Formen für das geschmolzene Product legt.

2. Abschnitt.

Von der Darstellung der Formen einschliesslich der Modellherstellung, von dem Giessen und von dem Herausnehmen der Gussstücke.

Dieser Abschnitt schliesst alle Arbeiten ein, welche sich auf die Gusswaarenherstellung selbst beziehen, ohne Schmelzarbeit des Gussmateriales und ohne Vollendungsarbeit an der Gusswaare.

Wie die Aufschrift bereits andeutet, zerfällt die Substanz des Abschnittes in mehrere Theile oder Kapitel, welche die verschiedenen Phasen des ganzen Arbeitskreises behandeln sollen.

Die Reihenfolge derselben kann man verschieden auffassen, je nachdem man den rein analytischen Weg vom Bekannten zum Nichtbekannten u. s. w. als principiell wichtig ansieht oder nicht.

Bei einem ausführlichen Handbuche aber, bei dessen Benutzung man immerhin schon eine praktische Kenntniss des einschlägigen Betriebes voraussetzen darf, geht man am Besten so vor, wie sich die Operationen in der Praxis auf einander folgen.

Die erste Frage bei der Herstellung von Gusswaaren ist immer die nach dem Modell, die zweite nach dem geeigneten Formkasten u. s. w., ehe man zum Process des Einformens selbst schreitet. Im Anschlusse hieran wird für vereinzelte Fälle die Frage zu ventiliren sein, ob man die Handformerei durch Maschinenformerei dauernd ersetzen kann. Endlich ist die Form hergestellt und man giesst dieselbe mit dem Gussmaterial aus, lässt dasselbe so weit abkühlen, dass die Erstarrung eine vollständige genannt werden kann, und schlägt die Form auseinander, um das Gussstück herausnehmen und zur Wiederholung der Arbeit schreiten zu können.

Die Theilung des Stoffes wird demnach wohl folgende sein:

1. Kapitel: Von der Anfertigung der Modelle zur Formerei.
2. Kapitel: Von der Herstellung der Formkasten und anderer Armaturen oder Rüstungen der Formen.
3. Kapitel: Von der Herstellung der Formen selbst einschliesslich der Arbeit mit Formmaschinen.
4. Kapitel: Von der Ausführung der Giessoperation und dem Herausnehmen der Gussstücke.

1. Kapitel.

Von der Anfertigung der Modelle zur Formerei.

Bei der Herstellung der Form- oder Gussmodelle kommt es in erster Linie auf die Wahl eines geeigneten Materiales an, nachdem man sich über den Bau des Modelles je nach der Gestalt des Gegenstandes und der eventuell anzuwendenden Formmethode geeinigt hat.

Häufig werden mehrere Modelle für denselben Gegenstand erforderlich in dem Sinne, dass die Modellanfertigung in mehrere Stadien zerfällt, deren jedes aber ein mehr oder minder vollendetes Bild des Gegenstandes liefert.

Der Grund für eine derartige Wiederholung der gleichen Arbeit liegt in der Verschiedenheit der Ansprüche, welche an das Material des Modelles bei der Herstellung selbst, dann bei der Benutzung desselben gestellt werden.

Ein Modell für wiederholte Abgüsse, wie es die Mehrzahl aller sogenannten currenten oder geläufigen Artikel verlangt, muss aus hartem oder festem, dem Verschleisse oder Bruche thunlichst Widerstand leistendem Materiale gemacht werden, während die erste Bildung eines Modells ein weicheres, bequemer bearbeitbares Material vorziehen lässt.

Beide Eigenschaften werden nur bis zu einem gewissen Grade in einer Substanz vereint zu finden sein.

Man kann daher meistens diese verschiedenen Ansprüche nicht gleichzeitig, sondern man muss sie gewissermaassen nach einander berücksichtigen, indem man nach Feststellung der Zeichnung oder des Entwurfes von dem Modelle zunächst die Grund- oder Hauptmodelle anfertigt und durch einfaches Copiren derselben mittelst Abgusses oder sonstigen Nachbildens in härterem oder festerem Materiale die Formmodelle herstellt, die thatsächlich den Arbeitern in die Hände gegeben werden.

Das Material selbst kann für ein und dasselbe Modell sehr verschieden sein, und die Stoffeintheilung nach demselben ist daher nicht möglich, wohl aber nach der Art der Arbeit.

Besondere Beachtung verdienen noch die Arbeiten der Zeichner und Modelleure, sowie der Ciseleure für Modellarbeiten, so dass sich folgende Unterabschnitte sondern lassen:

A. Entwerfen und Zeichnen der Modelle im Allgemeinen.
B. Vom Schwindmaasse.
C. Modelliren in weichem Materiale.
D. Modelltischlerei.
E. Giessen und Treiben der Metall-Hauptmodelle und Vollendung derselben.
F. Darstellung der Formmodelle.

A. Entwerfen und Zeichnen der Modelle im Allgemeinen.

Wenn es sich darum handelt, einen beliebig gestalteten Körper zur verständlichen Anschauung zu bringen, so dass man sich seiner hauptsächlichen Verhältnisse klar werden kann, so ist vor Allem eine günstig aufgefasste Zeichnung herzustellen.

Soll aber die Zeichnung so sein, dass ein technisch gebildeter Handwerker oder ein gewissenhaft copirender Modelleur danach arbeiten und sich über jede einzelne Abmessung orientiren kann, so ist es bekanntlich nothwendig, das Bild des Gegenstandes, auf verschiedene Ebenen projicirt, zu geben und diese Projectionen und Durchschnitte so zu legen, dass alle Hauptprofile des Körpers zur deutlichen Abbildung kommen.

Bei der Modellanfertigung kommt es noch besonders darauf an, dass schon die Zeichnung alle für die Art der Herstellung wichtigen Angaben enthalte, welche die Ansprüche des Formers an das Modell darstellen.

Die Profile der Modellzeichnung sollen möglichst mit den etwaigen Theilungsebenen am Modelle zusammenfallen; aus der Zeichnung sollen alle durch die Formerei nothwendig werdenden Verjüngungen, alle abzulösenden Theile, die Kernmarken u. s. w. ersichtlich sein. Eine Modellzeichnung muss demnach mehr enthalten als das einfache, wenn auch noch so getreue Bild des Gegenstandes, und deshalb muss der mit dem Umzeichnen betraute Meister oder Beamte die Formerei selbst genau kennen.

Bei der Darstellung von nicht künstlerischen Formen, Maschinentheilen u. s. w. kommt es wesentlich auf genaue Uebertragung der Abmessungen und Verhältnisse einer gegebenen Constructionszeichnung in das Schwindmaass des Gussmateriales an. Diese Uebertragung wird in den meisten Fällen in voller Naturgrösse durch kräftiges Aufzeichnen, sogenanntes Aufreissen, auf grossen Reissbrettern bewirkt; der Modellmacher, arbeitet er nun in Holz oder in anderem Materiale, kann dann direct auf dem Risse die Maasse mit dem Zirkel abnehmen. Er kann sogar, wo die Theilung des Modelles es gestattet, die Hälften oder einzelne Theile auf den Riss legen und die Uebereinstimmung aller Profile nachweisen; ein Irrthum seinerseits ist dadurch fast unmöglich gemacht.

Bei künstlerischen Formen zerfällt vielfach das Anfertigen der Modellzeichnungen in zwei Theile, von denen der Entwurf der Grundformen und eines jeden sich wiederholenden Verzierungselementes von einem Künstler, der Rest aber meist von einer untergeordneten Kraft besorgt wird. Bei einer solchen rein künstlerischen Form treten überhaupt die technischen Ansprüche an die Gestaltung des Modelles um so mehr zurück, als der Zweck, dem das Modell dienen soll, vornehmlich künstlerische Gestaltung verlangt.

Bei Aufgaben monumentaler oder statuarischer Natur, die eine Kunstschöpfung wiedergeben sollen, kommt es naturgemäss darauf an, das Kunstwerk in allen Einzelheiten wiederzugeben, und da tritt die Technik nur als dienstfertige Gehülfin auf.

Der Künstler liefert dann gewöhnlich selbst das fertige Formmodell und der Giesser hat es abzuformen; wie gross auch die Mühe, der Zeitaufwand, die Kostensummen seien, es tritt jedes Bedenken der Art zurück vor den Anforderungen an ein Kunstwerk ersten Ranges.

Bei Aufgaben architektonischer Natur oder bei blos decorativen Arbeiten in Eisen- oder Metallguss, die sich wiederholen können, wird es zur Pflicht der Giessereien, sobald sie sich mit dergleichen Dingen viel befassen, die künstlerische Idee dem Materiale und auch dem Zwecke anzupassen. Dazu bedarf es einer Kenntniss von den Eigenschaften des Gussmateriales, in den meisten Fällen wohl des Gusseisens, die bei Künstlern nicht immer vorauszusetzen und bei Baumeistern nur vereinzelt vorhanden ist; nächstdem kann hierbei gleichzeitig die möglichste Rücksicht auf die Fabrikationsmethode und das Formverfahren selbst genommen werden.

Ein solches Vorgehen ist wiederum nur möglich, wenn die mit dem betreffenden Werke arbeitenden Architekten und Constructeure sich geneigt zeigen, ihre künstlerischen Ideen in der angedeuteten Weise verarbeiten zu lassen und das Guss- und Hüttenwerk nicht nur als einfach mechanisch ausführende Werkstätte betrachten. Leider ist aber die letzte Anschauung oft noch die maassgebende, besonders in Ländern, wo die Baumeister eine Staatsprüfung abgelegt haben, und wo das Bestehen derselben dem Prüfling leicht die Ueberzeugung beibringt, er sei nunmehr allen technischen Fragen gewachsen. Solche Herren konnten früher, wie zahlreiche ältere Erfahrungen der Giessereien beweisen, allerdings oft nicht einsehen, dass die Bauformen der alten Griechen u. s. w. in der genauen Kenntniss des vorwiegend angewandten Materiales ihre tiefste Begründung hatten, und dass man, um in einem anderen Materiale zu arbeiten, auch dieses Material kennen lernen müsse, ehe man eine Bauform darauf übertragen könne. Daher entsprang auch die vielfach so verderbliche Liebe für den Verputz, Cement und Gyps und die oft beklagte, jetzt erheblich seltenere Ungeschicklichkeit in der Verwendung von Metallen und Steinen.

Wenn der Besteller oder der damit beauftragte Künstler, resp. Architekt einen Entwurf zu einem in Eisen zu giessenden Gegenstande eingesandt hat und wenn für die Modellirung desselben keine weiteren Rücksichten auf die genaueste künstlerische Nachbildung genommen zu werden brauchen, sondern, wenn nur der Effect des Abgusses dem Entwurfe zu entsprechen hat, so lässt sich mit etwas Umsicht und Interesse die Einhaltung der Gestalt mit der technischen Brauchbarkeit ganz gut vereinen.

Beispiele erläutern dies am Besten.

Eine mit Verzierungen bedeckte Ofenplatte oder jeder andere ähnliche Gegenstand muss so modellirt werden, dass er, von vorn gesehen, einen genügenden Effect macht, ohne dass aber die Verzierung stärker hervortritt als das Blatt der Ofenplatte selbst ist. Sind also die Elemente der Verzierung breite Blätter oder Ranken, so dürfen sie nur ganz wenig über die Oberfläche des Plattenblattes hervorsehen, und machen deshalb leicht weniger Eindruck als Ornamente, die in dem Umfange schlank und zart entworfen sind. Ein besonderes Geschick im Componiren solcher Verzierungen besassen für Deutschland wohl zuerst die Zeichner und Modelleure in Lauchhammer; die reichen Sortimente von Oefen aller Art und Kaminen wurden und werden noch stets vervollständigt und erhalten die Kräfte jenes Werkes in fortwährender Uebung. Es haben sich daselbst förmliche Stylarten der Ornamentik für die Decoration von dergleichen Flächen ausgebildet, die mit der späteren Bearbeitung der Gegenstände durch Schliff und Färbung in Verbindung stehen.

Der Verfasser hat bereits vor über 25 Jahren in seinen Referaten über den Giessereibetrieb auf den Ausstellungen zu Chemnitz und Wittenberg die Decorationsgrundsätze zu ermitteln gesucht, welche die Lauchhammer'schen Ofengüsse in der Gesammtheit darboten.

Es liessen sich damals hauptsächlich folgende Flächenverzierungen unterscheiden, von denen sehr viele noch heute in Anwendung stehen:

a) Nielloartige Vertiefungen auf der ganz ebenen Fläche, die mit Gold ausgelegt wurden und sich gegen die blank

geschliffene Fläche in ihrer Metallfarbe oder in schwarzem Ueberzuge scharf abzeichneten. Hier sind natürlich nur Linien- und einfachste Umrissarabesken anzuwenden, welche durch Eleganz der Zeichnung und Reinheit der Umrisse wirken müssen.

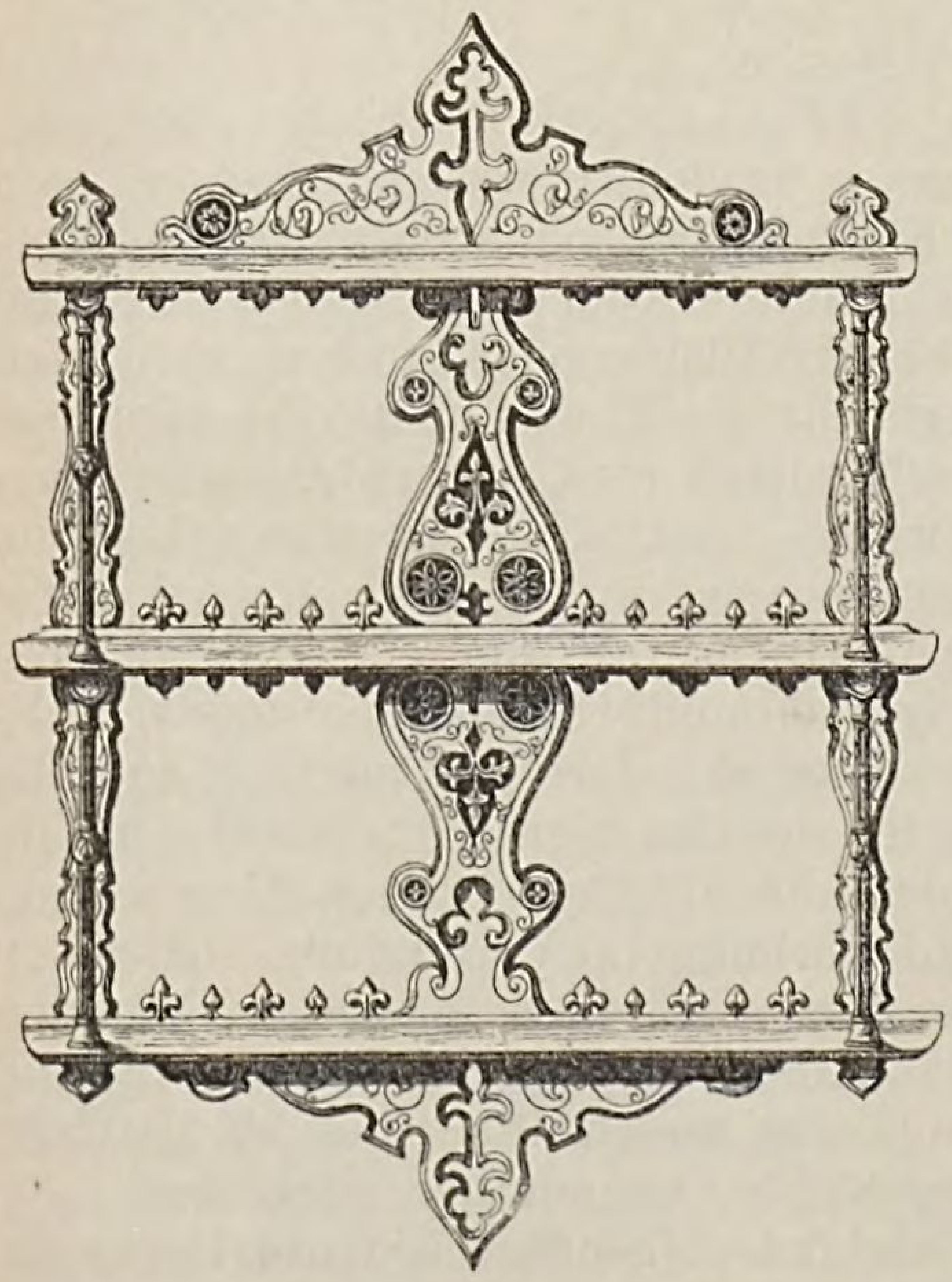
b) Arabeskendurchschnitte auf mattem Grunde, gewissermaassen das Umgekehrte von a); sie wurden ebenfalls in reinen charakteristischen Umrissen entworfen, waren aber weit kräftiger als die eben erwähnten Nielloverzierungen und stellten eigentlich Abbilder durchbrochener Gitter dar, deren Durchbrechungen durch eine schwache Wand gefüllt waren.

Sie werden noch heute sehr häufig bei Kaminfeldern, Mantelofenflächen u. s. w. angewandt und lassen sich sehr leicht putzen und blank erhalten, so dass der Effect sehr dauerhaft ist.

c) Reliefs auf Platten, deren Mittelfeld eingesenkt erscheint; dadurch erhält die Platte einen Rahmen, und dieser ist gewöhnlich höher als die leichten Reliefs des Mittelfeldes. Er kann infolgedessen abgeschliffen werden, ohne die Letzteren zu verletzen, und es lassen sich aus solchen Platten die prachtvollsten Oefen zusammensetzen.

Um den Effect zu steigern, kann man, namentlich wenn der Ofen glänzend abgerieben, mit Metallüberzügen oder selbst Emaillen bedeckt werden oder auf anderem Wege lebhafter wirken soll, das eingesenkte Mittelfeld mit einem Liniennetze überziehen, den guillochirten Zeichnungen auf Silber- und Goldwaaren ähnlich, welche die Tiefe des Grundes steigern und das Relief hervorheben.

Fig. 10.



Zur Verdeutlichung der hier geschilderten Ornamentirung ist in Fig. 10 ein den Lauchhammer'schen Verzeichnissen entnommenes Wandbrett dargestellt, dessen Rückplatten ausser grösseren versenkten Feldern auch die Nielloornamente in feinen Rankenverzierungen enthalten und deutlich zeigen, wie die Vorderfläche, ohne Verletzung der Verzierungen, vollkommen blank geschliffen sein kann, was natürlich auch vortheilhaft auf die Herstellungskosten einwirkt. Weitere zahlreiche Beispiele sind in den Verzeichnissen zu finden

Zu Früherem zurückkehrend, ist weiter Nachstehendes hervorzuheben:

Eine verzierte Platte, nicht voll, sondern durchbrochen, muss ganz anders behandelt werden, als eine volle, mit Verzierungen bedeckte Platte, obwohl früher viele Giessereien die beiden

Aufgaben als ganz gleiche ansahen und infolgedessen in beiden Fällen oft viel zu schwere und plumpe Güsse lieferten.

Hier unterscheidet zum Theil der nächste Zweck die decorative Behandlung; man kann eine solche durchbohrte Platte anwenden, um einen ungefällig aussehenden Raum formell, nicht wirklich abzuschliessen, so dass ein Durchgang von Luft und Licht stattfinden kann.

Man benutzt deshalb solche durchbrochene Platten sehr stark, verziert sie aber nur, wo sie unverziert stören würden; allerdings kommen auch Fälle vor, wo man sie verziert, um eben zu verzieren.

Jede Nische in einem Etagenofen zum Beispiel oder in einem schrankartig sich aufbauenden Füllofen wirkt störend und muss deshalb verdeckt werden. Ist nun der ganze Ofen verziert, so wird man den besagten Raum durch eine ebenfalls und in gleichem Muster verzierte Thüre verschliessen und diese durchbrochen halten, um sie erstens leichter zu machen und um die Luft zu einer Circulation zu veranlassen, welche die Wärme des Ofens leichter umsetzen hilft.

Der umstehende Etagenofen Fig. 11, ebenfalls aus der Sammlung von Lauchhammer, zeigt so ziemlich, wie weit man in der ornamentalen Behandlung derartiger Dinge gehen kann.

Der Ofen enthält über der Feuerkiste eine grosse Nische, darüber zwischen zwei Rauchzügen eine verschlossene kleine oder niedrige und darüber wieder eine grössere zwischen zwei Feuerzügen, deren oberster natürlich mit dem Rauchrohre des Kamines in Verbindung steht.

Beide grösseren Nischenthüren sind wie die Bekrönung und die Vorderwand des Feuerkastens mit Jagdstücken und Emblemen in ziemlich kräftiger Reliefbildung verziert, die bei den Thüren durchbrochen erscheinen.

Die kleine Nischenplatte, ebenfalls durchbrochen, ist mit kleineren Laubmotiven verziert und die Felder zeigen sonst Alles als Guillochirgrund und auf den Schmalseiten des Ofens sogar Niellomuster im Bereiche der grossen Nischen.

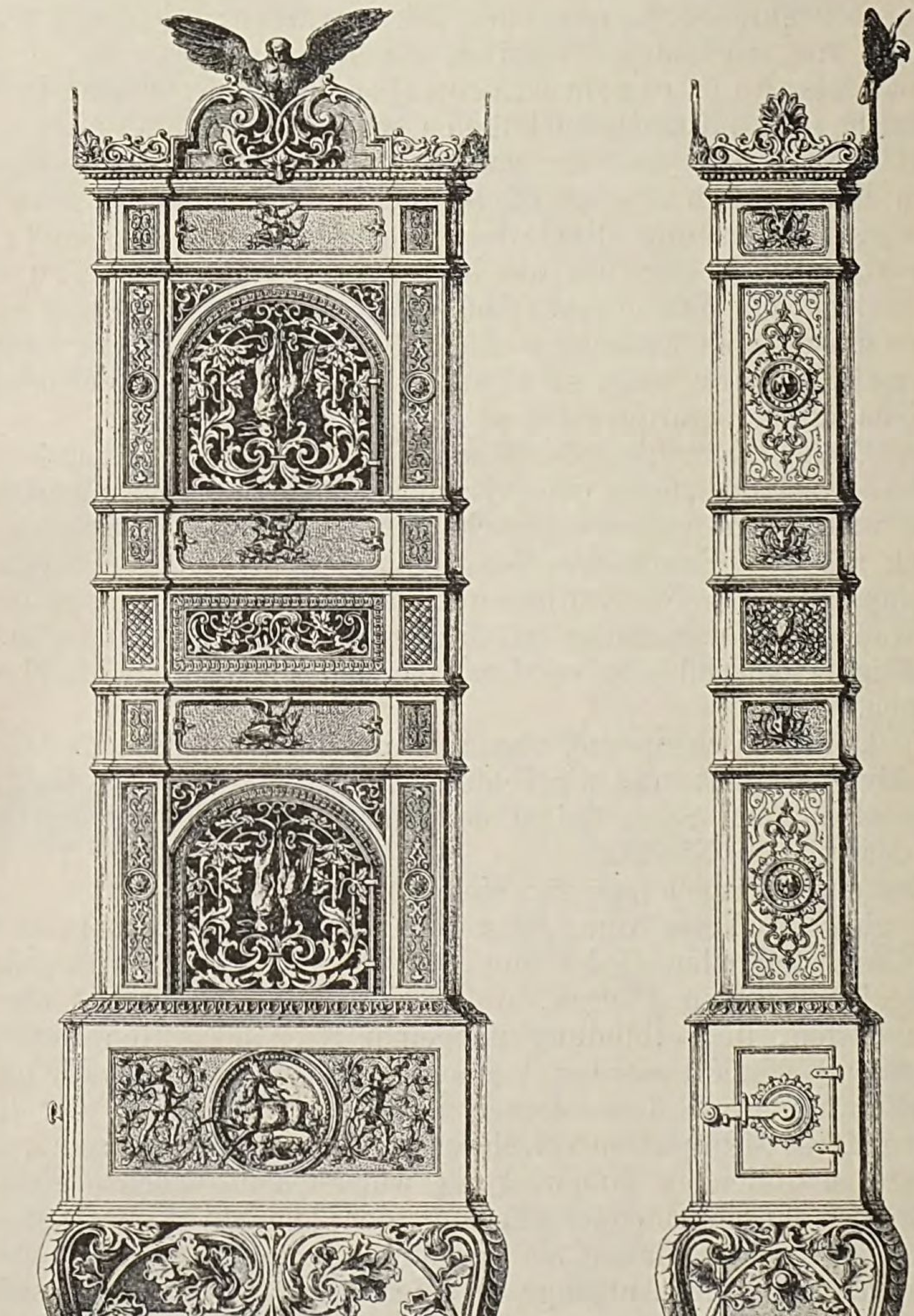
Dies eine Beispiel mag für viele gelten.

In gleicher Weise verschliesst man Hausräume, z. B. Gerätheketler, Brennstoffkeller, Bodenräume, die man ventiliren will, mit mehr oder weniger grossen Platten, welche allerdings unverziert dieselben Dienste leisten, in Verbindung mit einer reich decorirten Hausfaçade aber passend verziert werden können. Besonders werden Oeffnungen von Kellerräumen, Abflusscisternen unter den Einfahrten der Häuser durch verzierte Gitterplatten verschlossen, die stark genug sein müssen, dem darüber rollenden Fuhrwerk zu widerstehen. Ebenso giebt man vor die tief einschneidenden Fenster der leidigen Kellerwohnungen grosser Städte solche Platten als Vervollständigungen des Trottoirs und durchbricht auch die Aufgänge in die Geschäftslocale, die sich vor solchen Fenstern finden.

Während nun die Ofen- resp. Kaminthüren, sowie die nachher berührten Verschlussgitterplatten, hauptsächlich des Licht- und Luftdurchlasses wegen, durchbrochen construirt werden, greift man zu derselben Vertheilung der Metallmasse auch bei Gegenständen, wo hauptsächlich die Leichtigkeit in Betracht kommt, und macht ganze Treppenanlagen, Fussböden von vollständigen Etagen in Maschinen- und

Fabrikräumen aus durchbrochenen Platten, die aber nicht immer verziert werden. Diese Aufgaben gehören in das Gebiet des Baugusses, dem noch specielle Besprechung gewidmet werden soll, und gehorchen ausser der möglichst geschickten Ornamentirung und Substanzvertheilung noch ganz bestimmten statischen Anforderungen.

Fig. 11.



Die Ornamente einer durchbrochenen Platte müssen selbstverständlich dem Style des Gesammtgegenstandes entsprechen, können aber etwas kräftiger in der Dicke, nicht in Breite und Höhe, gehalten sein; man muss sich hierbei die Verzierungen auf den vollen

Flächen um die Dicke der Unterlage verstärkt denken, wenn Vollflächen und durchbrochene Flächen gleich in Form und Grösse sind. Ist Letzteres nicht der Fall, so kann man das Ornament in einzelnen Hauptheilen verstärken und der Form wie der Ausdehnung der durchbrochenen Platte anpassen.

Wirkliche Reliefornamente wird man nur solchen Gegenständen, die nicht oder nur mittelst Handgriffen berührt werden, also den vertikalen Füllungen aller Art, den Futterstufen der Treppen, den Wangen derselben und ihren Consolen geben. Den durchbrochenen Auftrittplatten — seien sie nun über Kellern, Cisternen, vor Fenstern und Ladenthüren, an Treppen und ganzen Fussböden angeordnet — wird man vernünftigerweise nur ein durch die Contour wirksames einfaches Muster, mit glatter, höchstens vertieft gerippter oder in einer Ebene modellirten Oberfläche geben, da ein verschieden hohes Relief dem Zwecke des sicheren Auftrittes nicht einmal entsprechen würde.

In Fig. 12 und 13 sind dergleichen Platten zum Kanalüberdecken nach einem älteren Musterbuche, das sich durch gute Entwürfe aus-

Fig. 12.

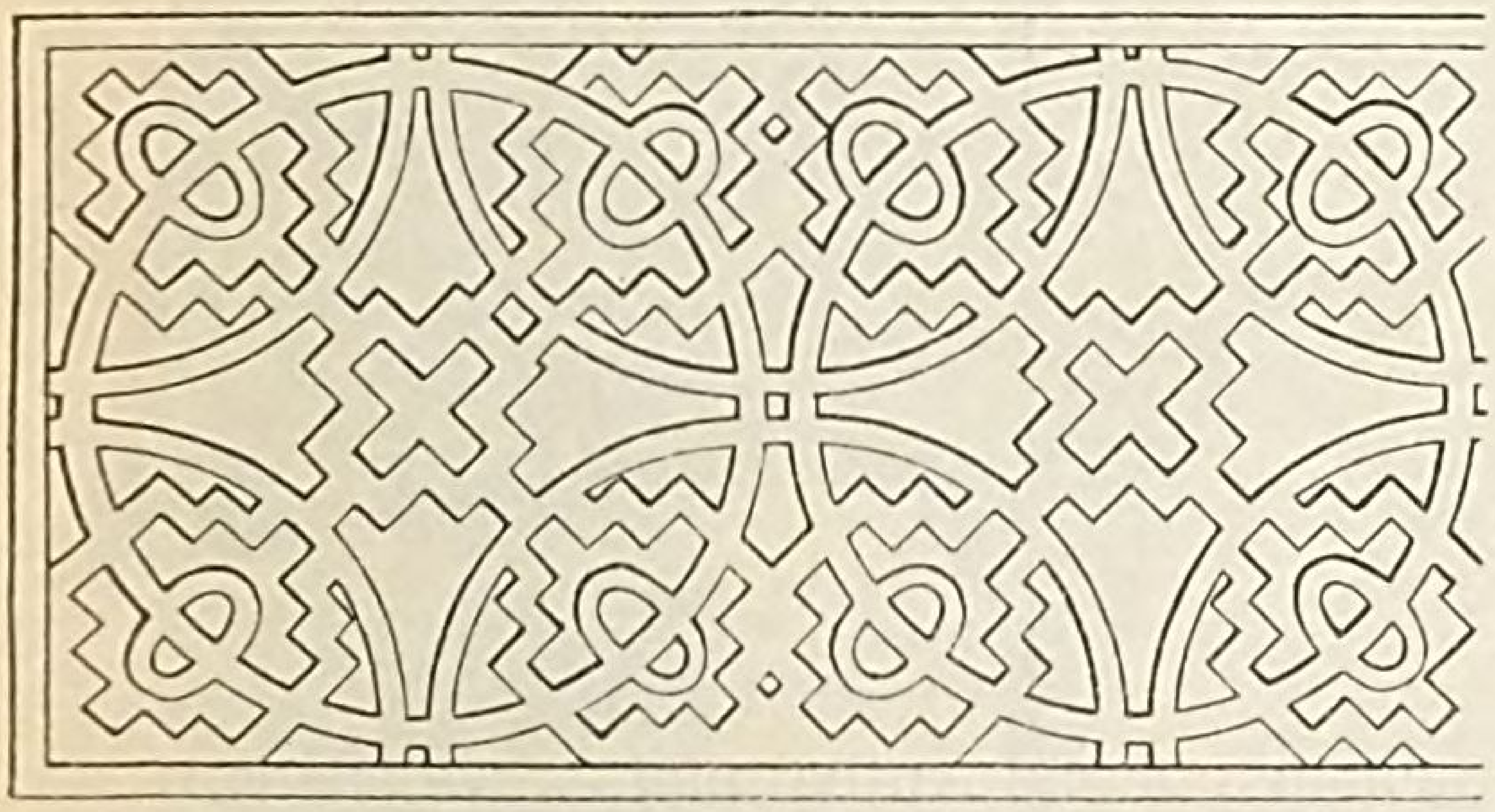
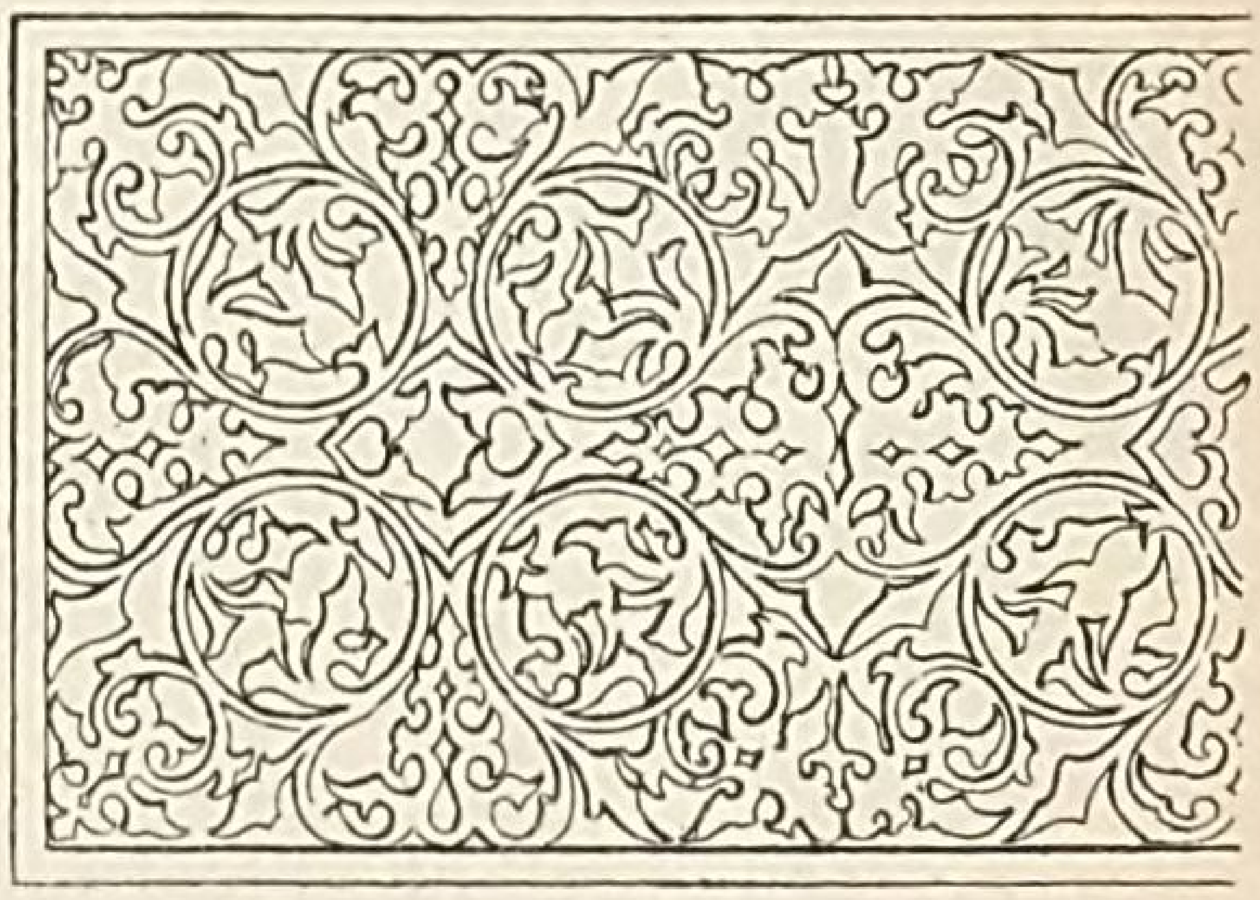


Fig. 13.



zeichnete, wiedergegeben. Neuere Muster dieser Art werden besonders bei Podest- und anderen Treppen verwendet, und weisen einzelne Eisengiessereien reiche Collectionen auf, z. B. Marienhütte bei Kotzenau, Tangerhütte bei Vaethen, Lauchhammer u. A., deren Mustersammlungen zu consultiren sind, ebenso wie das Musterbuch von Durenne-Paris, was sehr viel Gutes bietet.

Fig. 14.

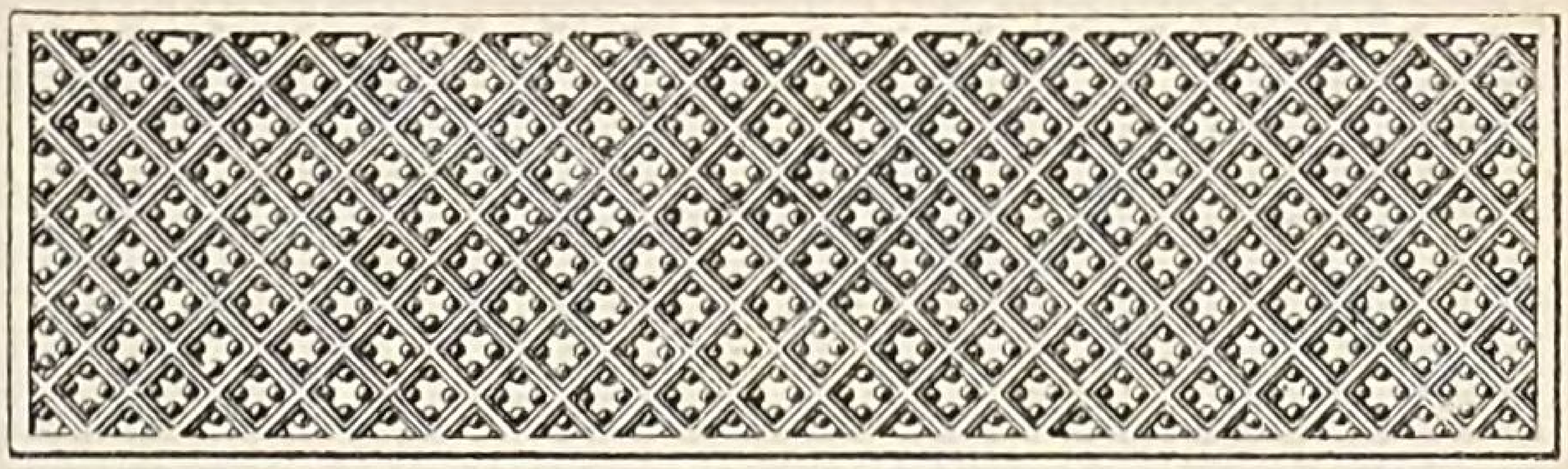
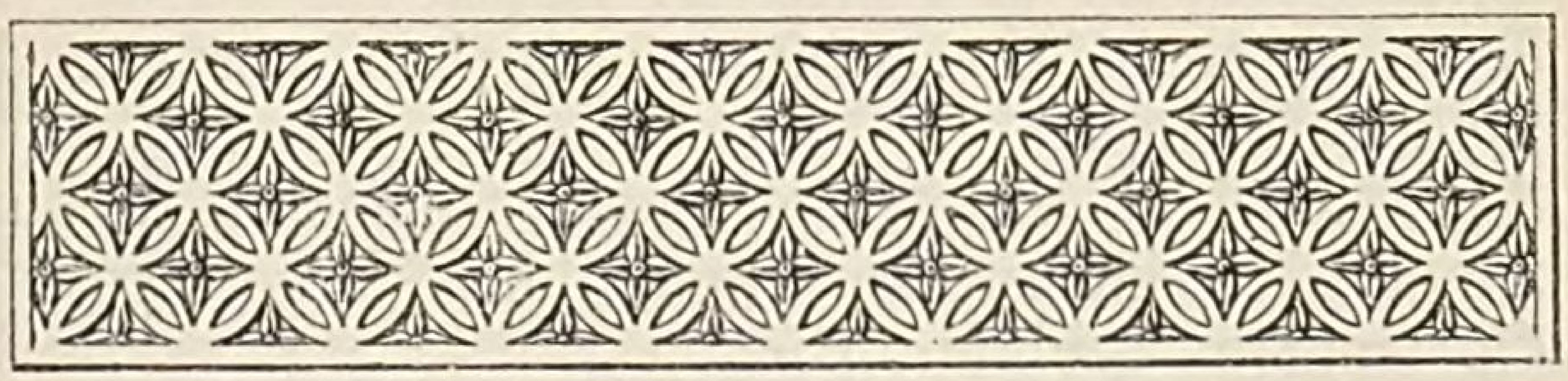


Fig. 15.

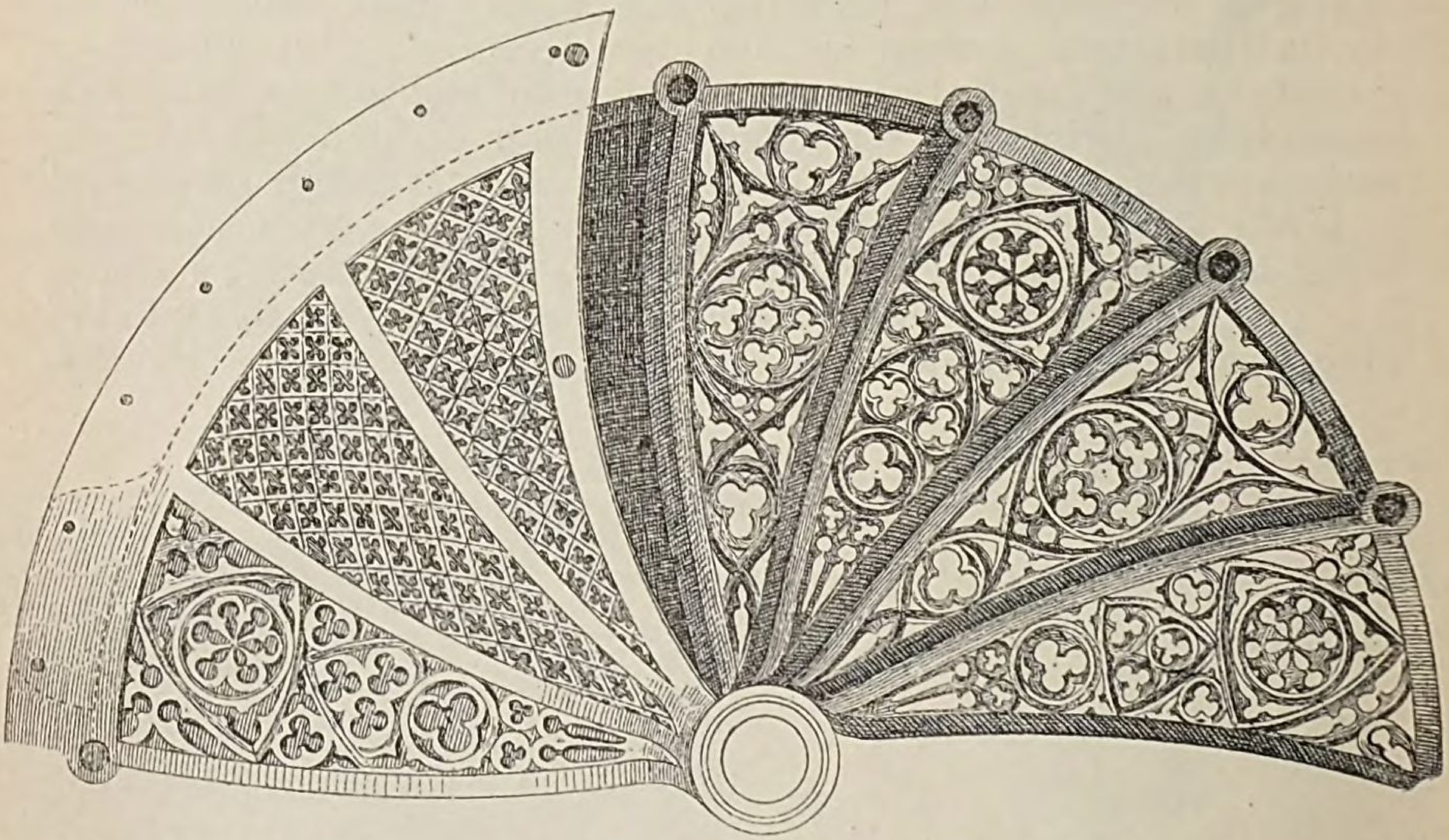


In Fig. 14 und 15 sind zwei ansprechende Muster wiedergegeben, wovon das Letztere vielleicht Vortheile bezüglich der Spannungen bietet, von denen später bei den Gittern die Rede sein wird, wo sie im Ganzen verderblicher aufzutreten im Stande sind.

In Fig. 16 ist noch eine wichtige Anwendung solcher Muster dargestellt, nämlich bei reich verzierten Wendeltreppen.

Das Bild verdeutlicht die Hälfte des obersten Endes einer in gothischem Style für polnische Schlossbauten entworfenen Wendeltreppe reichlicher Dimension, die seiner Zeit von einem oberschlesischen Werke ausgeführt wurde.

Fig. 16.



Links ist die nicht durchbrochene oberste Auftrittplatte, welche auf dem Holzbelage des oberen Stockes angeschraubt sein musste.

Rechts schieben sich die bereits tiefer gelegenen Stufen unter den Treppenauftritt herunter, an welchem Letzteren der Leser auch noch die Geländerstellen angegeben findet.

Die allgemeine Construction derartiger Treppen ist bekannt und wird durch Fig. 17, die eine einfachere Ornamentirung der Auftritte, Futter und Consolen zeigt, verdeutlicht.

Der Hauptträger des Ganzen, die Spindel, gewöhnlich hohl und einen Rundeisenstab oft einschliessend, ist mit den Futterstufen (die senkrechten Theile einer jeden Stufe) aus einem Stücke gegossen.

Die Futterstufen haben dann am anderen Ende eine angegossene Tülle, an welche sich die Consolen oder sonstige peripherische Verbindungsstücke anschliessen, welche nebst der Trittstufenplatte durch den Gitterstab fest zusammengehalten werden, der die Handleiste des Geländers trägt.

Vielleicht bietet sich noch Gelegenheit, auf diese Dinge zurückzukommen; einstweilen genügt das Vorgetragene und der Hinweis auf die wenigen Abbildungen.

Eine Anwendung, bei der Aehnliches vorausgesetzt werden muss, wie hier, ist noch die von Tischplatten für gärtnerische Zwecke, von Etagèren für Blumentöpfe u. s. w.

In Fig. 18 findet man ein älteres Beispiel, dessen Abgüsse seiner Zeit sehr verbreitet waren (Saynerhütte).

Neuerdings werden die Gartenmöbel nur ausnahmsweise aus Gusseisen gemacht, während Verbindungen von Holz und Eisen oder nur Eisen allein für alle gewöhnlichen Anwendungen vorgezogen werden.

Fig. 17.

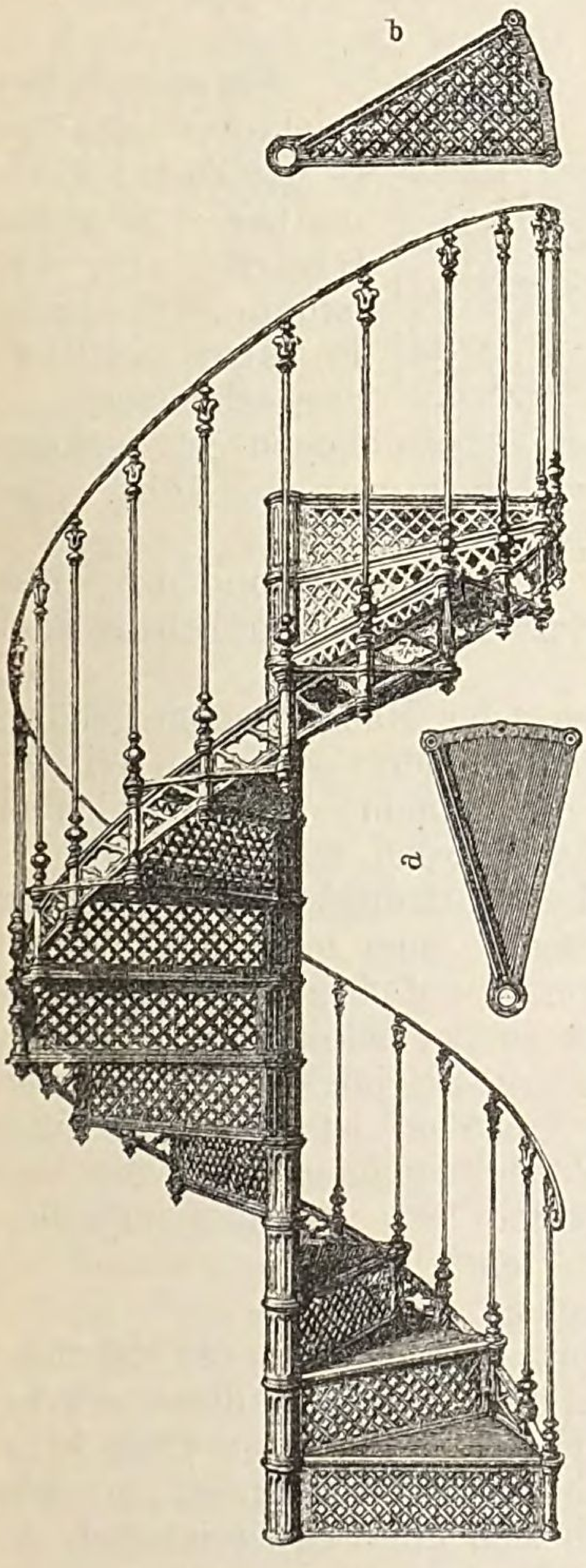
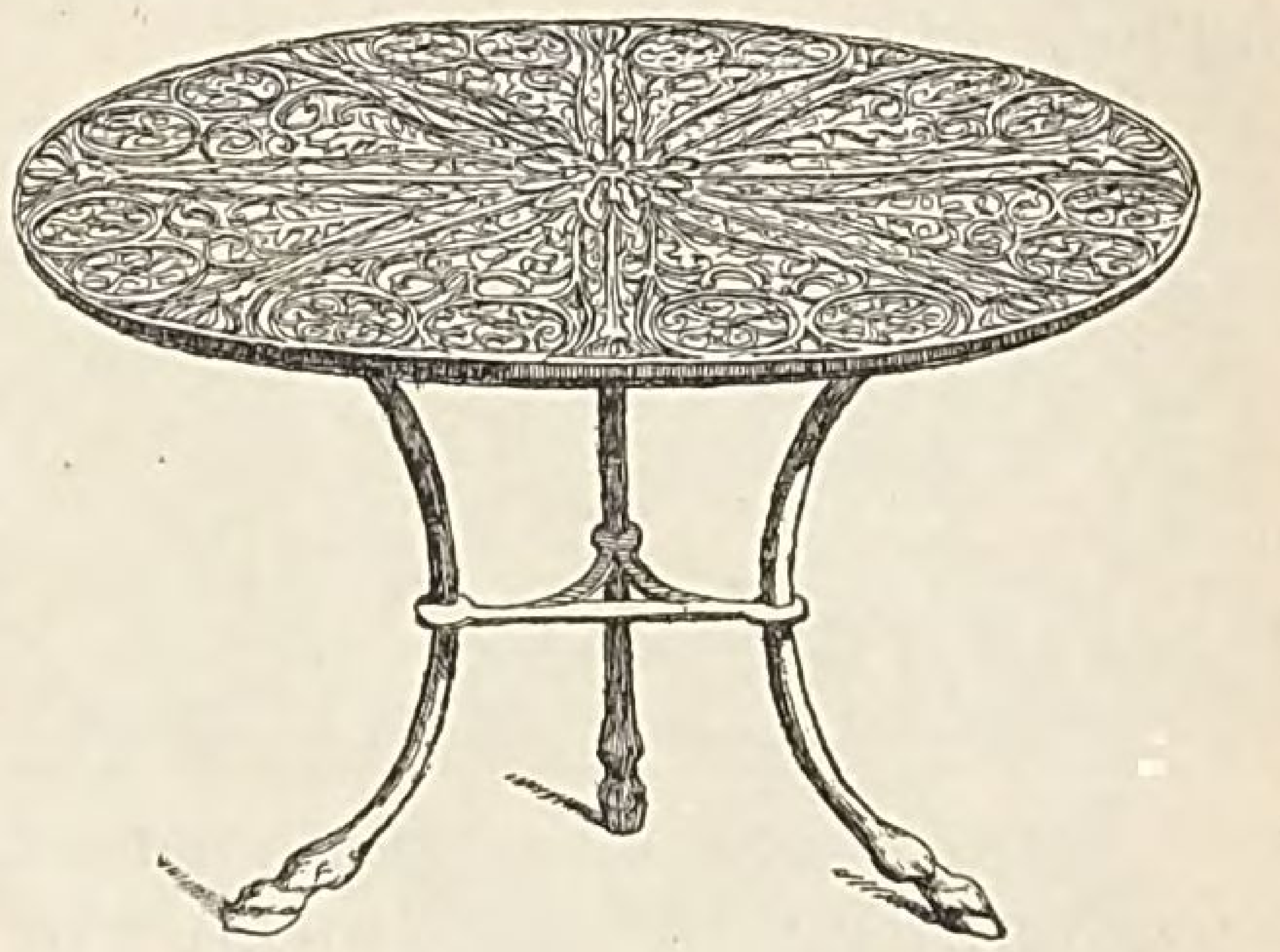


Fig. 18.



Bei dem Entwurfe von durchbrochenen Platten jeder Art tritt noch die Nothwendigkeit auf, die Masse in den Verzierungen derart zu vertheilen, dass nachtheilige Spannungen vermieden werden. Dieses ist nicht ganz einfach, wenn man den künstlerischen Entwurf möglichst wenig beeinträchtigen will. Wenn in einem Rankenwerke Rosetten oder Knospen in Verbindung mit dünnen Stengeln vorkommen, wenn bei geradlinigen Mustern Kreuzungen von Stäben ungleicher Stärke vorhanden sind, namentlich aber, wenn eine leichte Verzierung in einem substantiell starken Rahmen enthalten ist, treten leicht Spannungen ein, und es müssen allerlei Kunstgriffe angewendet werden, wenn eine Aenderung des Musters vermieden werden soll. Der letzte Fall, zu leichtes Ornament in zu starkem Rahmen, kann bei Futterstufen von Treppen, Fenstergittern, kleinen Trägern u. s. w. eintreten und der vorletzte bei Belagplatten zu durchbrochenen Fussböden.

Ausser diesen Spannungen, welche in der Ebene des Stückes wirken und diese selbst nicht alteriren, wohl aber die Verzierung leicht zerstören, treten noch Spannungen auf, die das Ganze krumm ziehen, und diese kommen besonders bei stärkeren Reliefs vor, wo die beim Gusse nach oben liegende Seite des Gussstückes glatt, die nach unten zu gekehrte dagegen ornamentirt ist. Da jedes Gussstück, welches ganz im Unterkasten liegt und vom Oberkasten geradlinig begrenzt

wird, oben rascher abkühlt als unten — namentlich wenn der Oberkasten ein wenig dichter gestampft ist —, verzieht es sich beim Kaltwerden in der Art, dass die Unterfläche concav, die Oberseite convex wird. Man kann diese unangenehme Erscheinung nur vermeiden, indem man auf der Rückseite Rippen angiesst, die sich dem Werfen und Verkrümmen widersetzen.

Ein Muster von kräftiger Substanzvertheilung ist in der folgenden Füllung Fig. 19 dargestellt.

Fig. 19.



Ein anderes Beispiel von Wichtigkeit ist die Zeichnung und Construction von Gittern aller Art, woran sich auch Fenster und Thüren schliessen. Zweck der hier zusammengefassten Constructionen ist zunächst Abgrenzung eines Raumes mit vollkommener Licht- und Luftcirculation, aber in verschiedener Anordnung.

Oft ist der Raum bereits theilweise eingeschlossen und das Gitter hat nur den Verschluss zu ergänzen, resp. einen beweglichen Theil desselben zu bilden.

Fenster und Thüren in Gebäuden oder Mauerfluchten gehören ebenfalls hierher; sie sind mit Angeln und Bändern, sowie mit Wirbeln und Schlössern versehen. Oft müssen sie zur Aufnahme von Glasscheiben eingerichtet sein und demgemäss construirt werden.

Hier treten besonders nachtheilig alle Spannungen hervor, welche aus ungleicher Massenvertheilung entspringen; man muss die Differenz im Querschnitte des Rahmens und der Sprossen auf ein Minimum zurückführen und durch Zunahme der Sprossen in der Stärke und Abnahme in der Breite die vom Architekten geforderte Leichtigkeit des Fensters mit einer gewissen Solidität vereinen. Trotzdem ist die gegenseitige Stellung, d. h. die Richtung der Sprossen auf einander, stets die Veranlassung zu Spannungen, welche im besten Falle einander aufheben, im schlimmeren Falle ein Krummwerden einzelner Sprossen und ein Zerbrechen oder Zerreissen zur Folge haben.

Durch geschickte Anordnung der Sprossen innerhalb des Rahmens, indem man die blos rechtwinkelige Stellung derselben durch schräggestellte oder gebogene Stäbe unterbricht, welche in diesem Falle keine Veränderung der Scheibenform nach sich zu ziehen brauchen, sondern über dieselben flach hinweglaufen, lassen sich alle Schwierigkeiten des Fenstergusses auf ein geringeres Maass reduciren.

Wenn es sich um grosse Constructionen handelt, so greift man der constructiven Ausführung noch durch rein technische Mittel, z. B. der Anwendung besonders qualificirten Giessmateriales, unter die Arme.[1])

1) So gelang vor Jahren einer grossen Eisengiesserei zu Berlin die Herstellung von grossen Treibhausfenstern und Wandflächen nur durch Zusätze besten feinkörnigen schwedischen Eisens.

Eigentliche Gitter zu Umwährungen und Einfriedigungen sind diesen Uebelständen nur nach einer Richtung unterworfen, denn sie bestehen aus Vertikalstäben oder -verzierungen, welche unten und oben durch waagerechte Leisten verbunden sind oder in dem Aneinanderstossen der Verzierungen Verbindung erhalten.

Wenn man die Stäbe gleichstark hält, seien sie nun horizontal oder vertikal, so wird man selten Verziehungen vorfinden; sobald man aber die durch Anordnung von Doppelleisten entstehenden Geviertfelder am Fusse und Kopfe der Gitter mit schweren Rosetten oder anderen Ornamenten füllt, wirken die beiden Verbindungsstäbe sowohl oben als unten wie ein massives Glied und ziehen die Vertikalstäbe krumm. Ein Gitter dieser Art ist das Fig. 20 abgebildete gothische Grabgitter, bei dem noch eine einseitige Reliefausbildung mithalf, die Ungunst der Massenvertheilung zu steigern. Die Ornamentirung ist nämlich einseitig und die Stabquerschnitte infolgedessen unregelmässig; diese Unregelmässigkeit theilt jeden Stab in der Lage des Gusses in zwei Schichten, eine schwächere untere und eine stärkere obere, die sich verschieden abkühlen müssen. Die verzierte Seite solcher Gitter erscheint deshalb leicht convex und die Verzierungen springen leicht aus.

Fig. 20.

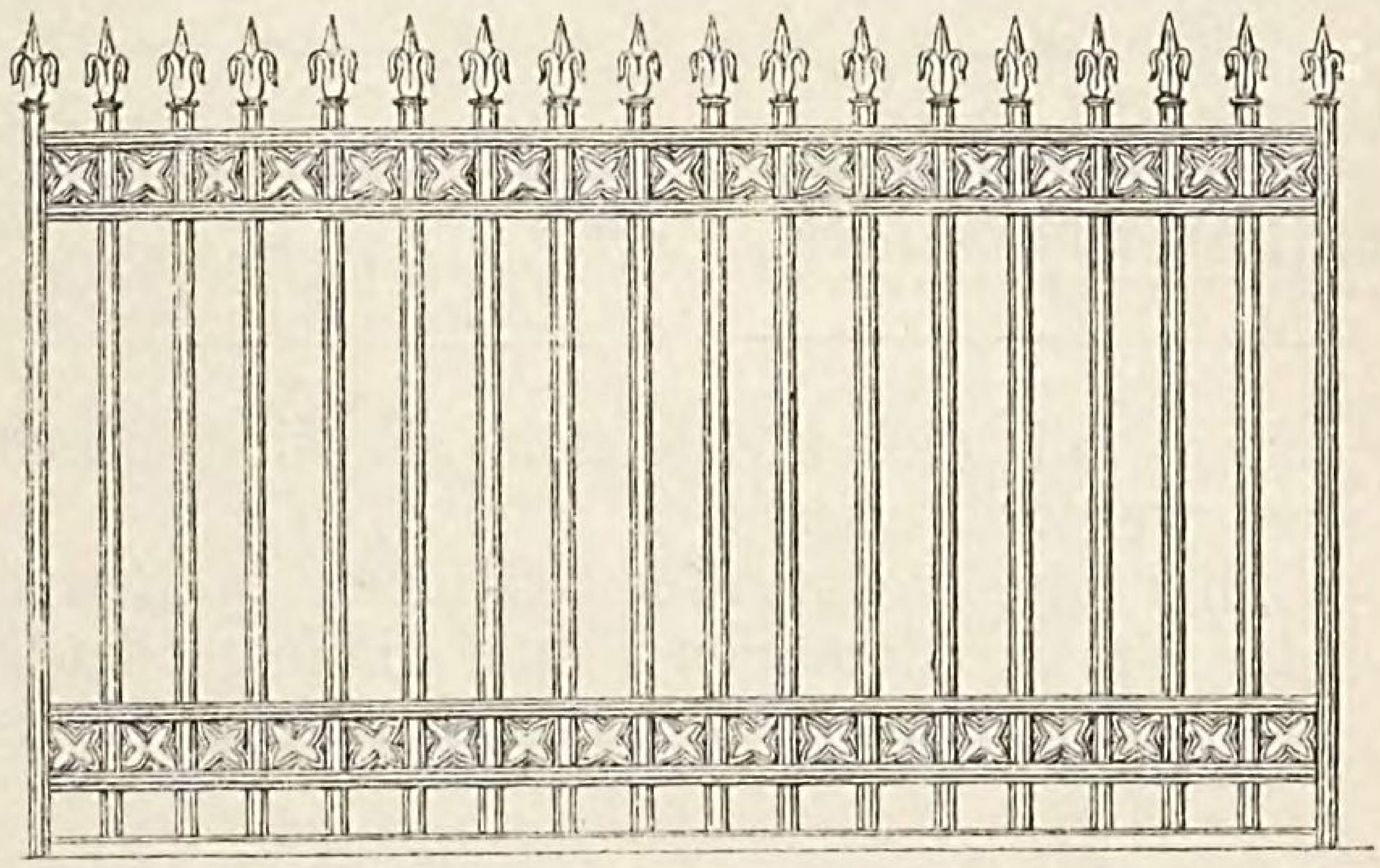
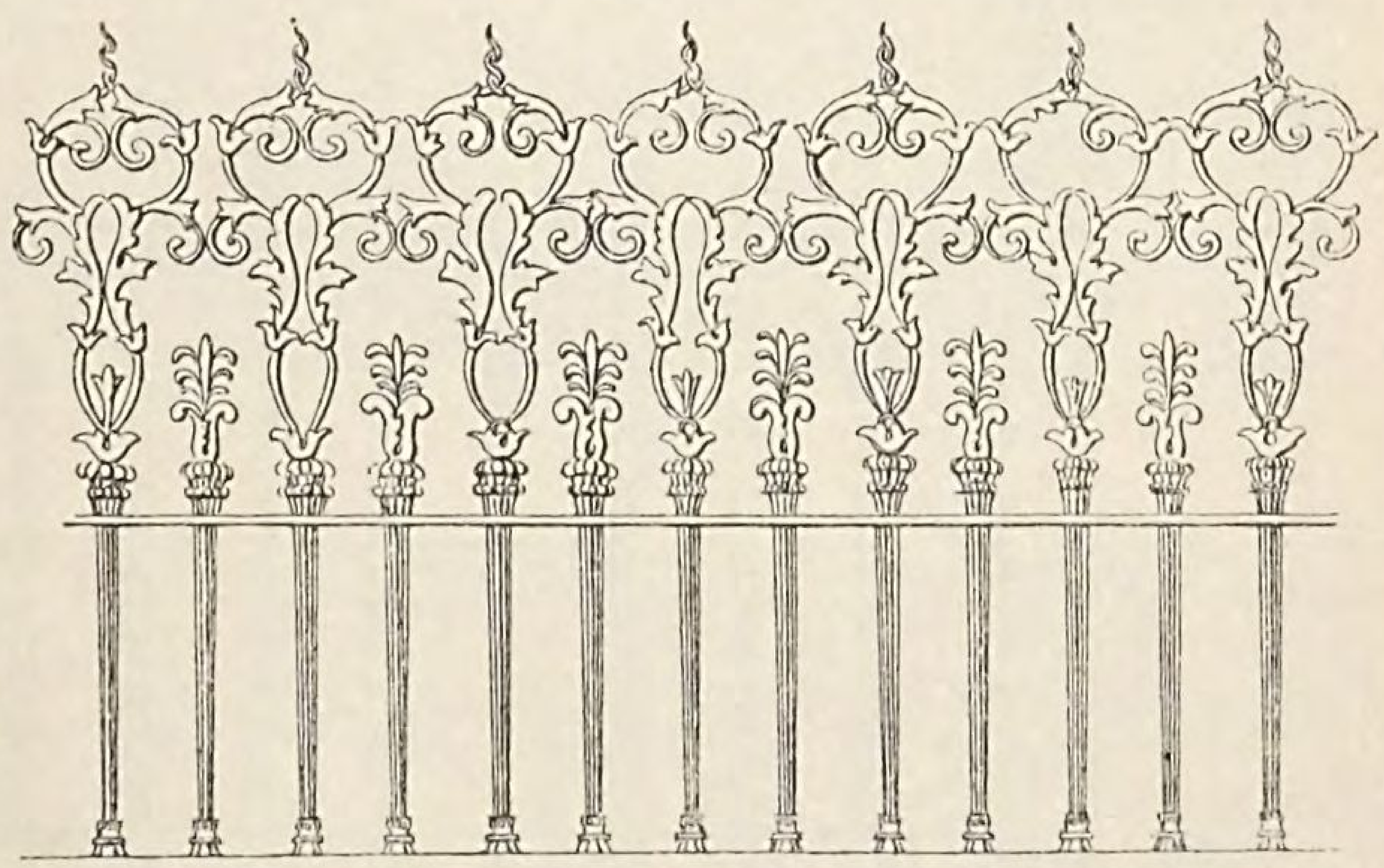


Fig. 21.



Das Gegentheil dieser unvortheilhaften Anordnung ist das Fig. 21 skizzirte, aus antiken Ornamentmotiven componirte Gitter, das nur eine Fussleiste und eine Mittelleiste an der stärksten Stelle der Vertikalstäbe besitzt. Nur hat das Muster einige schwache Stellen da, wo die Blumenranken aus den cannelirten Hauptstäben herauswachsen, und die spätere Bearbeitung bietet deshalb vielleicht einige Hindernisse.

Ziemlich ungünstig in der Form erweisen sich Balkongitter, wie Fig. 22 und 23, obwohl sie keinen unangenehmen Effect machen; es

ist aber sehr schwer, bei einigermaassen schwächerem Eisen die Gussstücke gesund durch alle Stadien der Bearbeitung und der Zusammensetzung bis zur Aufstellung an Ort und Stelle zu bringen. Bei Fig. 22 tritt wieder das Halbrelief störend hinzu, während bei dem Vollreliefgitter Fig. 23 die Verbindung schwacher Randstäbe in mehrfacher

Fig. 22.

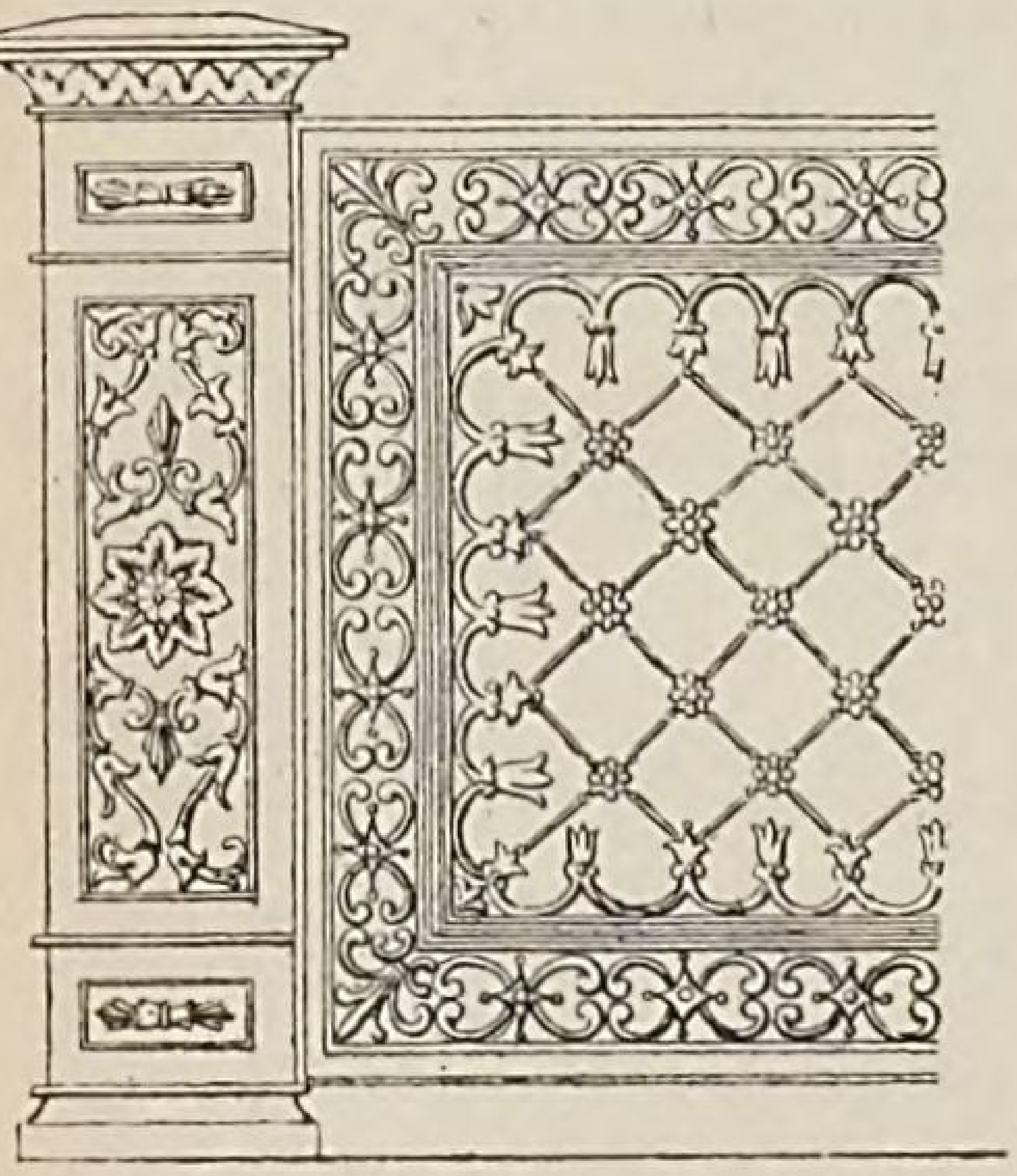
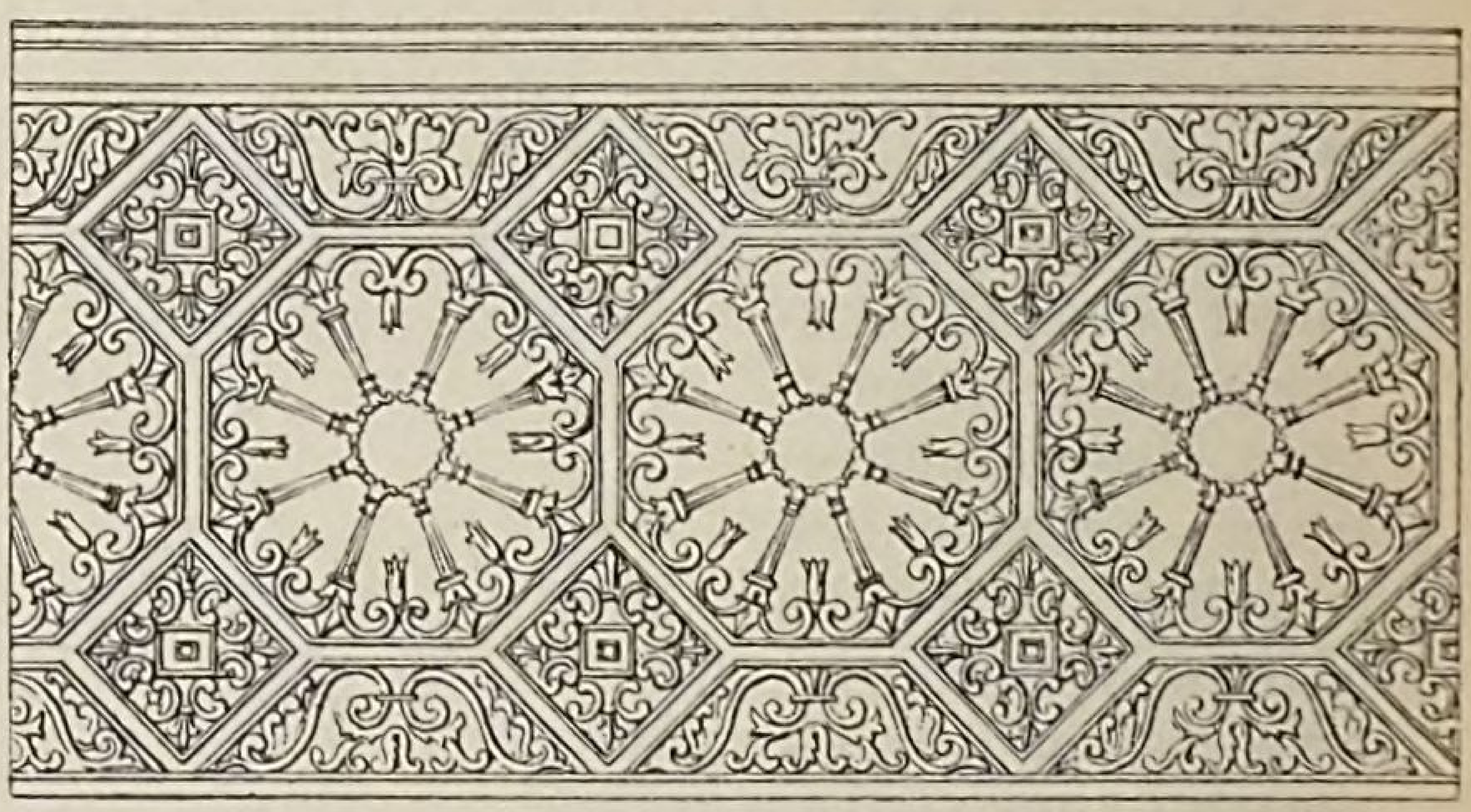


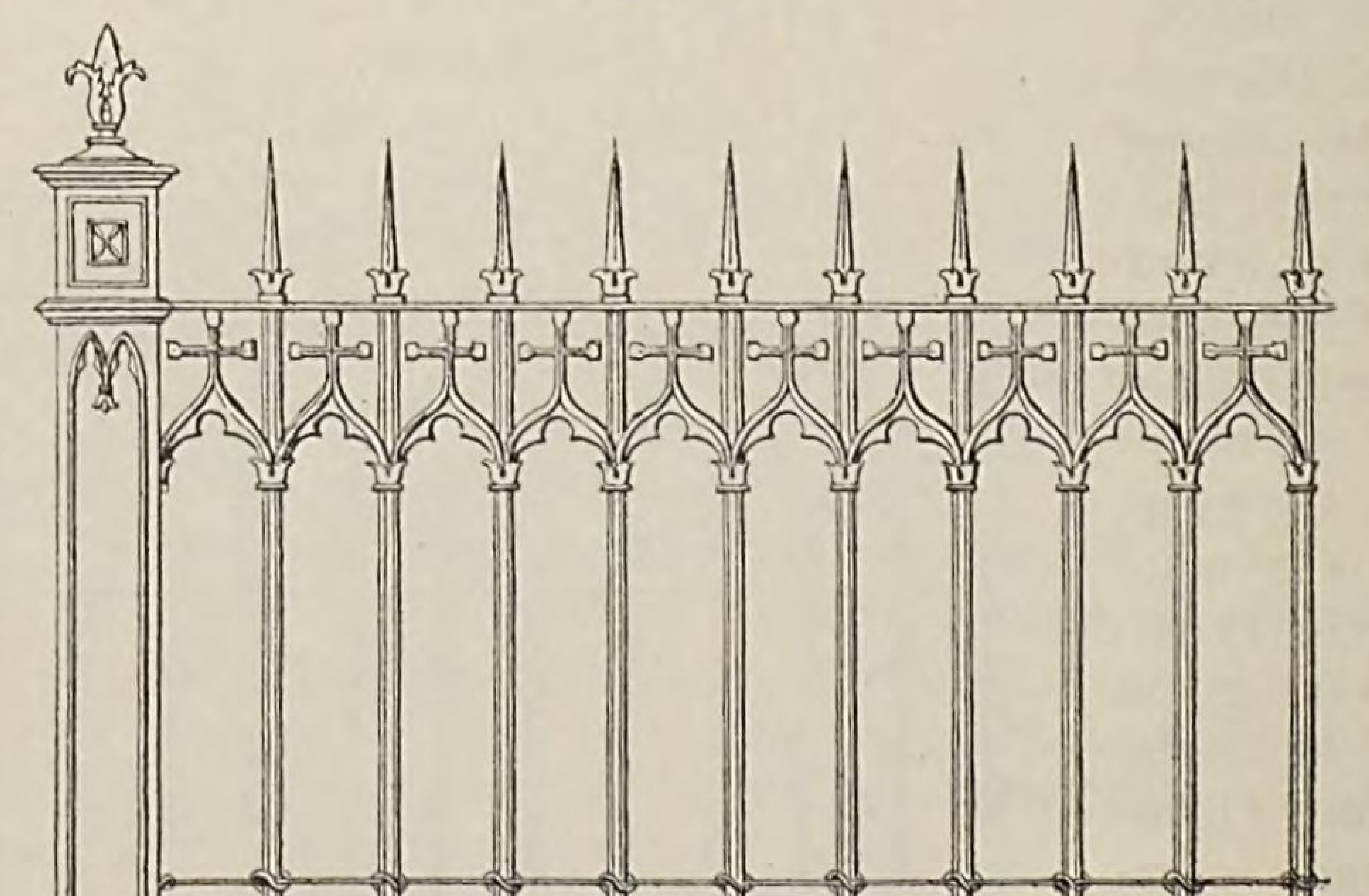
Fig. 23.



Kreuzung mit dicken Rosetten als eine durchaus unglückliche angesehen werden muss.

Einige glücklichere Compositionen in Betreff der Eisenvertheilung und der Liniencombination bieten die folgenden Figuren bis auf Fig. 24, die gleichzeitig ein Beispiel liefert, welche Vorstellung sich oft Modell-

Fig. 24.



zeichner von dem Baue einer Sache machen. Man sieht innerhalb eines mit gothischen Lanzenspitzen ohne Hals gekrönten Gitterfeldes noch Bögen in Form des Eselsrückens, zwischen je zwei Vertikalstäben eingeschaltet, und darauf mit Blumenknospen geschmückte Kreuze, die aber nicht freistehen, sondern an die obere Horizontalverbindung anstossen!!

Fig. 25 giebt eine von einem früheren Modelleur der Gleiwitzer Eisengiesserei entworfene Composition eines Gitters aus Waffenmotiven — für Grabstätten von Militärpersonen bestimmt —, welche eine durchaus verständige Combination von Linien und Winkeln zeigt.

Fig. 25.

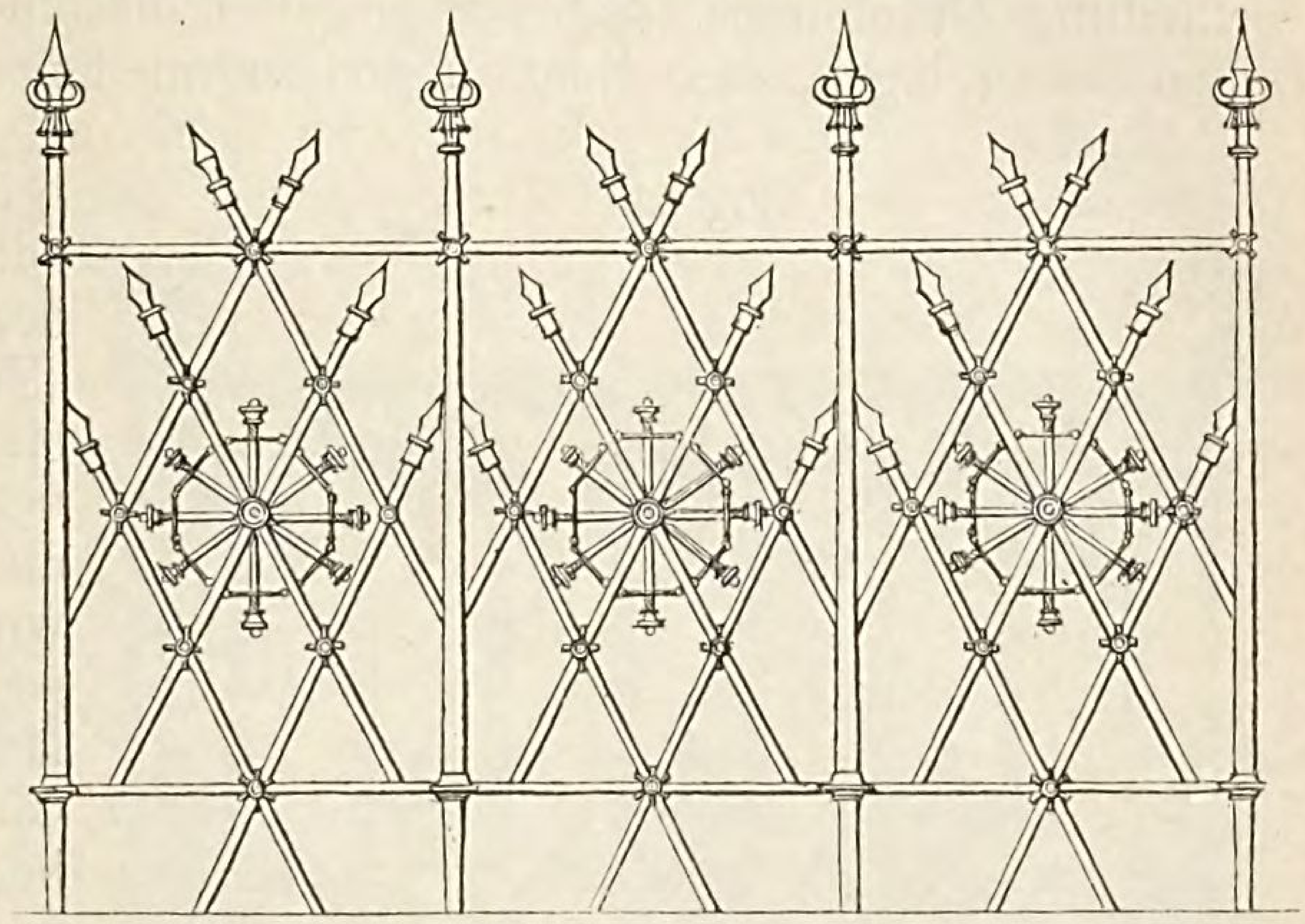


Fig. 26 zeigt die grössere Unabhängigkeit des reich verzierten Gitters von der Rücksicht auf die Eisenvertheilung — Modell von der Saynerhütte bei Coblenz —, während Fig. 27 die Idee einer sehr massiven gothischen Balustrade angiebt, welche die Eisengiesserei bei Gleiwitz zu Wallfahrtskirchen als Umwährung der Altäre vielfach ausführte, wo ein sicherer Widerstand dem Andrange der Menge geleistet werden musste. Die Profilirung der einzelnen Stäbe ist hier dem Steine nachgebildet, weil im Bezug auf das Gewicht keine Grenze vorgeschrieben war und man von den gewöhnlichen Gitter-Constructionsgrundsätzen abweichen konnte.

Fig. 26.

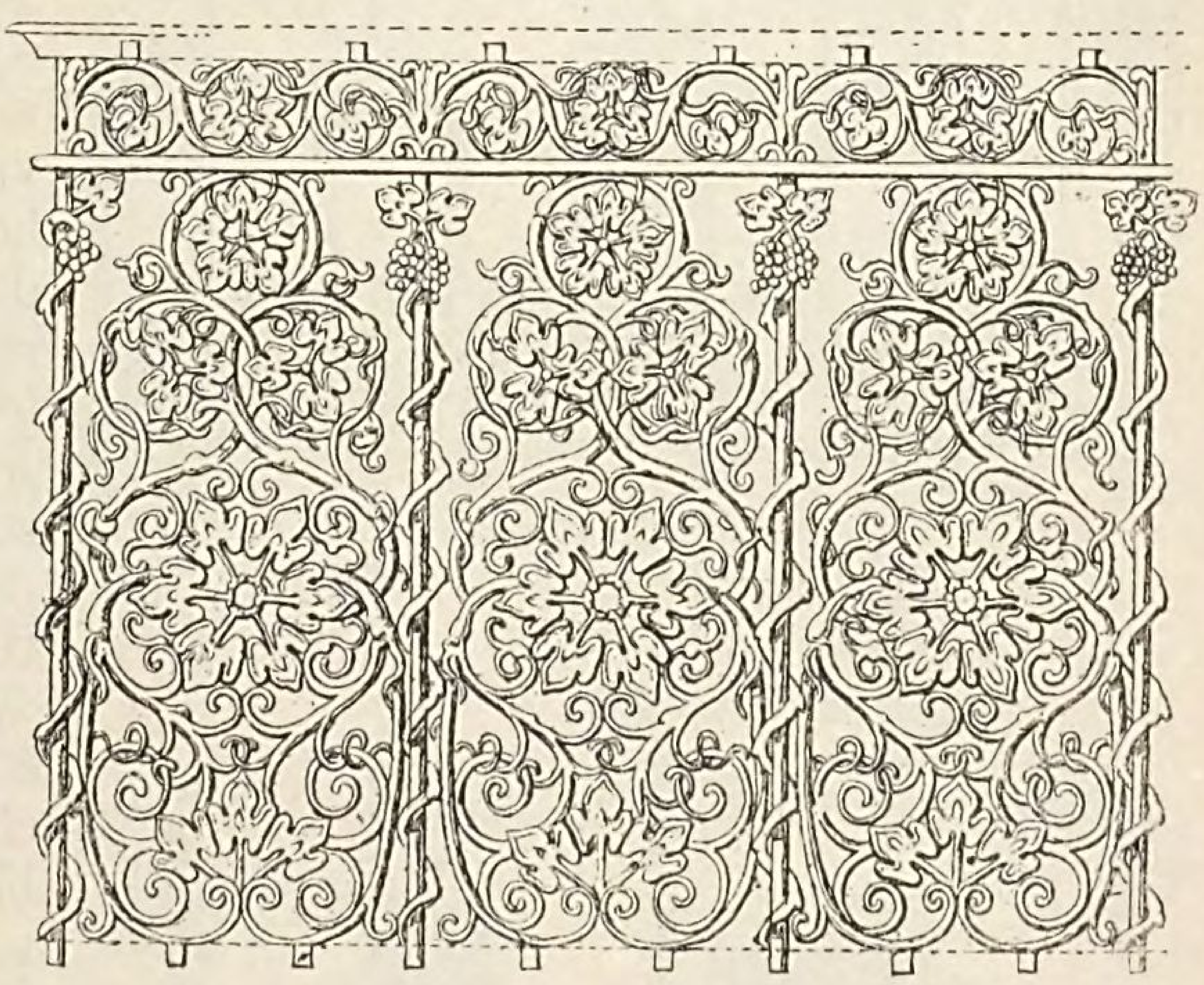
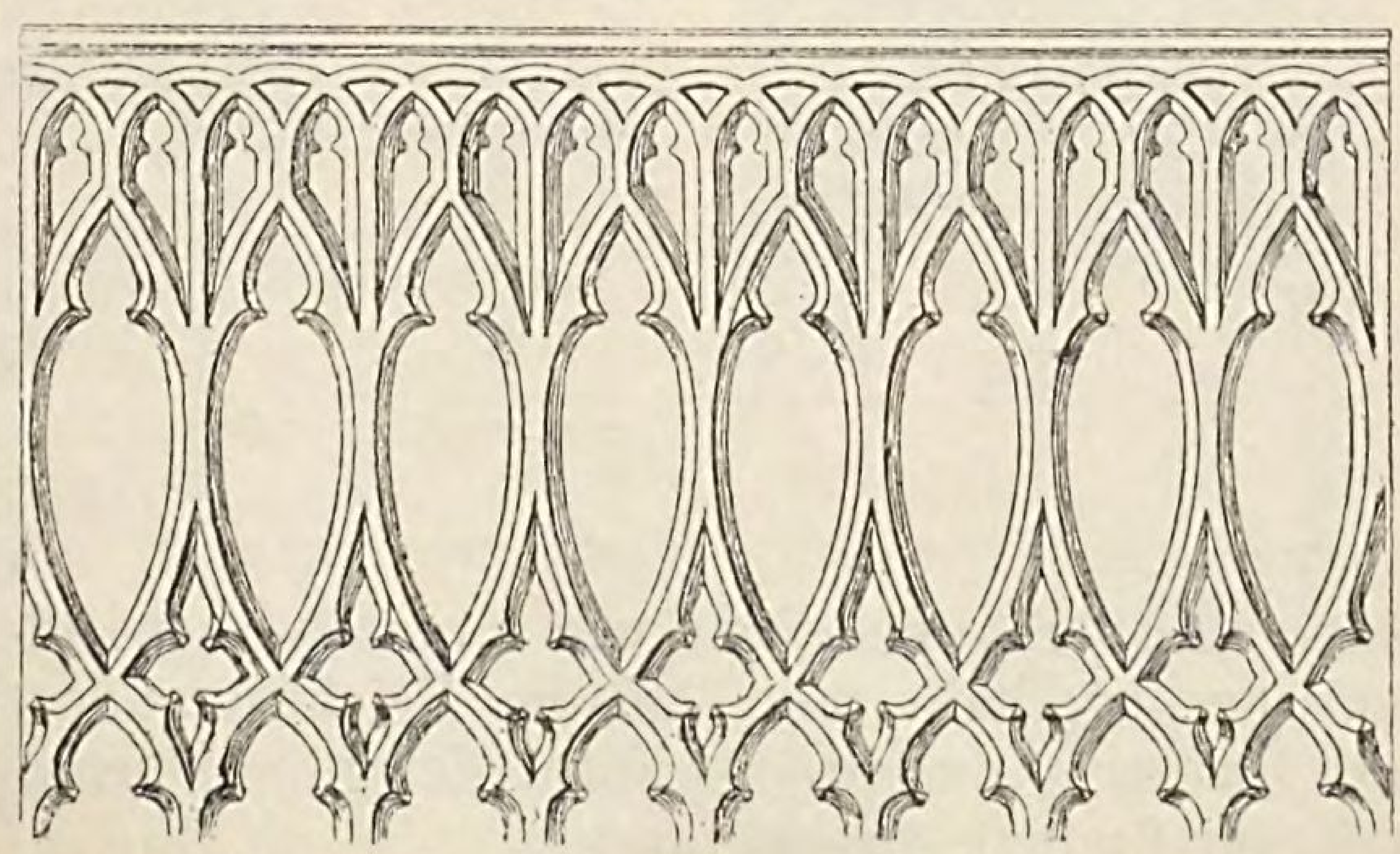


Fig. 27.



Ein Beispiel ganz moderner Gitterconstructionen, wie sie neuerdings viel vorkommen, bietet Fig. 28, womit die Reihe der hier zu gebenden Beispiele abgeschlossen sein mag.

Die reichsten und zugleich schwierigsten Entwürfe liefert im Ganzen der Renaissancestyl, dessen Charakter ja die Benutzung einer Menge von einzelnen Ornamentgliedern oft von ungünstiger Gestalt und Massenvertheilung einschliesst; dagegen gestattet dieselbe Licenz es auch, die Linien so zu legen, dass Spannungen vermieden werden.

Fig. 28.

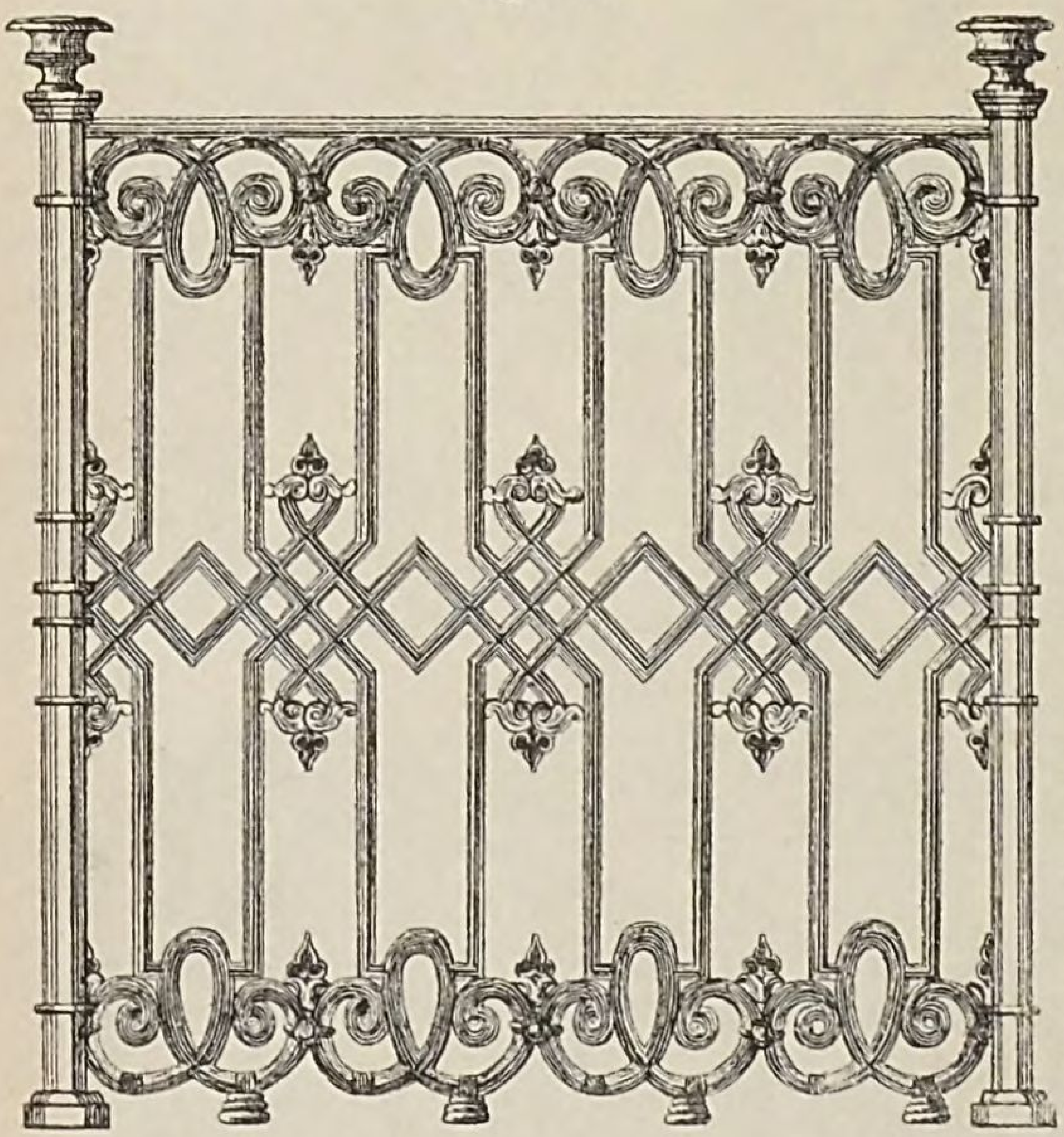


Fig. 29.

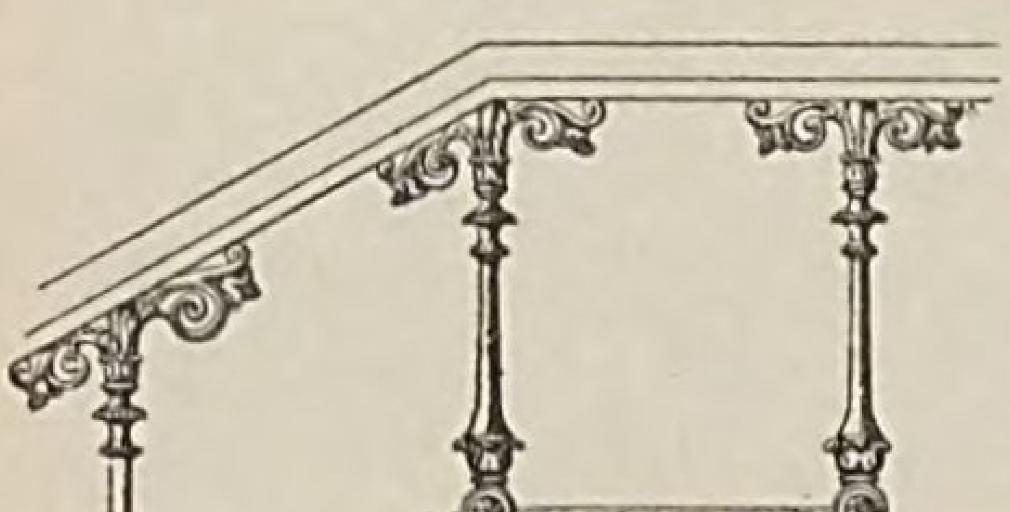
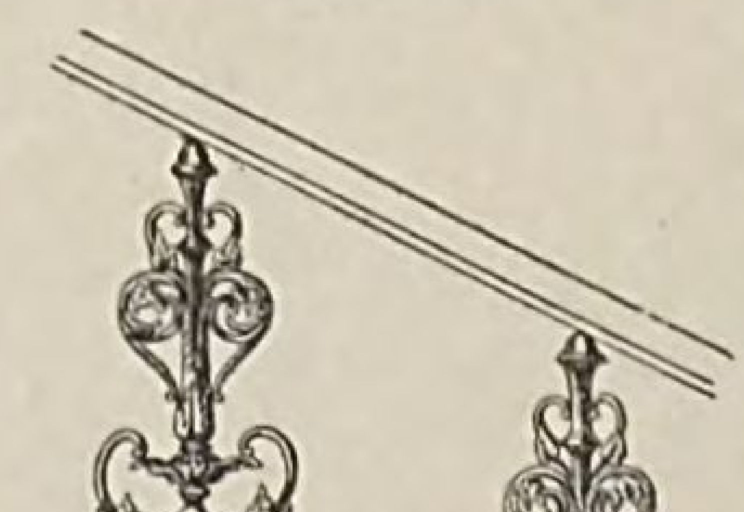


Fig. 30.



Eine Theilung der Gitter in einzelne Stäbe oder Traillen, die nachher mittelst angegossener Verbindungsstücke an einander gestossen werden, hilft in vielen Fällen die Spannungen überwinden, und man begegnet deshalb in den Musterbüchern einzelner Giessereien ganzen Reihen solcher Traillenmodelle.

Für grosse Fluchten sind sie aber nicht gut anwendbar, weil sie zu viel Zusammensetzungskosten verursachen und das Gitter so vertheuern würden, dass keinerlei Nutzen berechenbar wäre. Angemessen erscheinen sie bei Treppen- und Balkonbauten in Verbindung mit Walzeisenschienen und starken Griffleisten, welche die Einzelstäbe verbinden. (Vergl. Fig. 29 und 30.)

Auf solche Traillen wendet man alsdann die sorgfältigste Modellirung und Ausführung, da ihr Charakter als Theile des Interieurs dieses rechtfertigt. Die Stäbe sind meistens vollkommen rund, mit Gliederungen und Wülsten reich versehen und erhalten oben wie unten schmiedeeiserne Dorne eingegossen, weshalb man bei der Zeichnung des Modelles für eine zum Verschweissen der in die Form gelegten Dorne genügende Metallmasse an jenen Stellen sorgen muss.

Eine andere Theilung der Gitter erfolgt zuweilen, wenn grössere Felder reich verziert sind, andere leer gelassen werden; in solchem Falle stellt man ein leeres Modell der Hauptstäbe her und setzt dann die Verzierungen der einzelnen Felder in Form von separat gegossenen quadratischen, rectangulär-oblongen oder kreisrunden Füllungen ein, wie Bilder in einen mit Anschlag versehenen Rahmen.

Im Ganzen lassen sich verzierte Gitter leichter so entwerfen, dass sie Garantien gegen Verbiegen und Zerreissen bieten, während einfache Stabgitter für den Herdguss oder Kastenguss, sobald sie auch gefällig aussehen sollen, weit mehr Schwierigkeiten verursachen.

Der Verfasser hat sich 1861—1865 während seines Aufenthaltes in Gleiwitz der Aufgabe unterzogen, alle Gittermodelle, die vorhanden waren, durchzusehen, hauptsächlich, um in ein neues Musterblatt nur billige und haltbare, dabei möglichst gefällige Modelle zu bringen. Es ist vielleicht von Interesse, zu erwähnen, dass die vom Publikum vorzugsweise benutzten Muster auch die waren, welche dem Geschmacke nach den Vorzug verdienten, und dass in diesen Gittern eine viel grössere Solidität sich constatiren liess, als in den weniger gesuchten.

In den folgenden Figuren sind die hauptsächlichsten dieser sogenannten einfachen Stabgitter dargestellt in einem Maassstabe von etwa

Fig. 31.

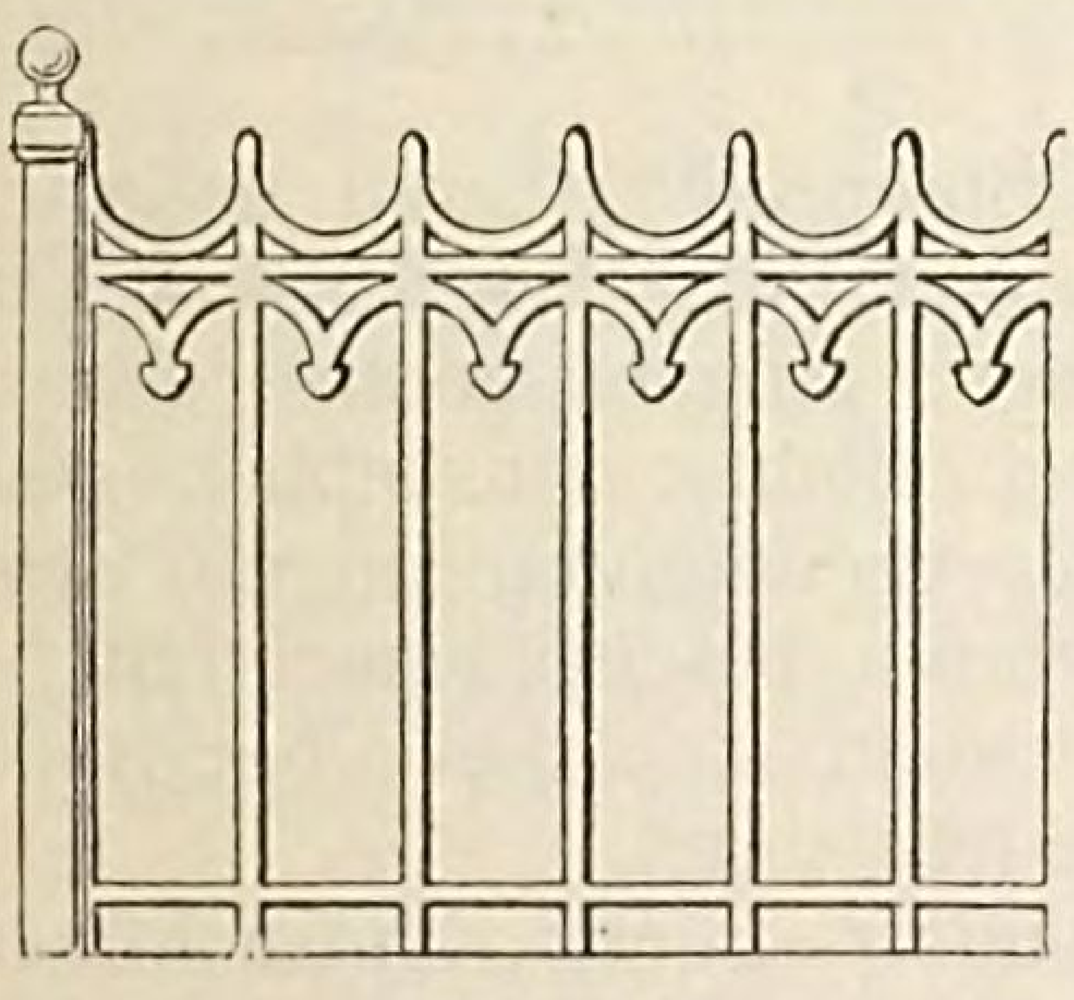
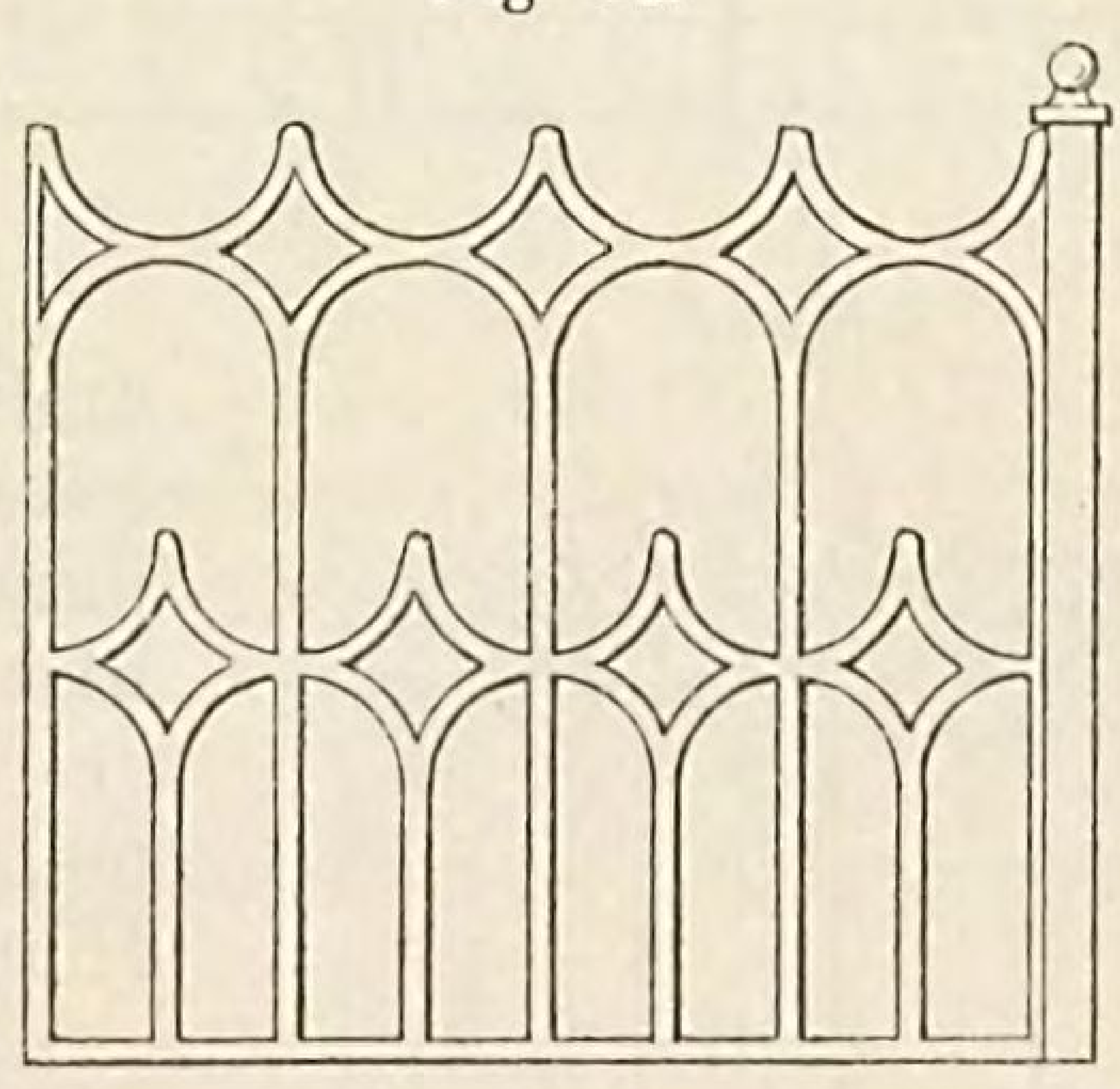


Fig. 32.



1 : 25 der natürlichen Grösse. Wer mit den Preiscouranten und Musterbüchern der deutschen und anderen Eisengiessereien vertraut ist, wird unschwer einige der abgebildeten Formen wieder erkennen.

Fig. 33.

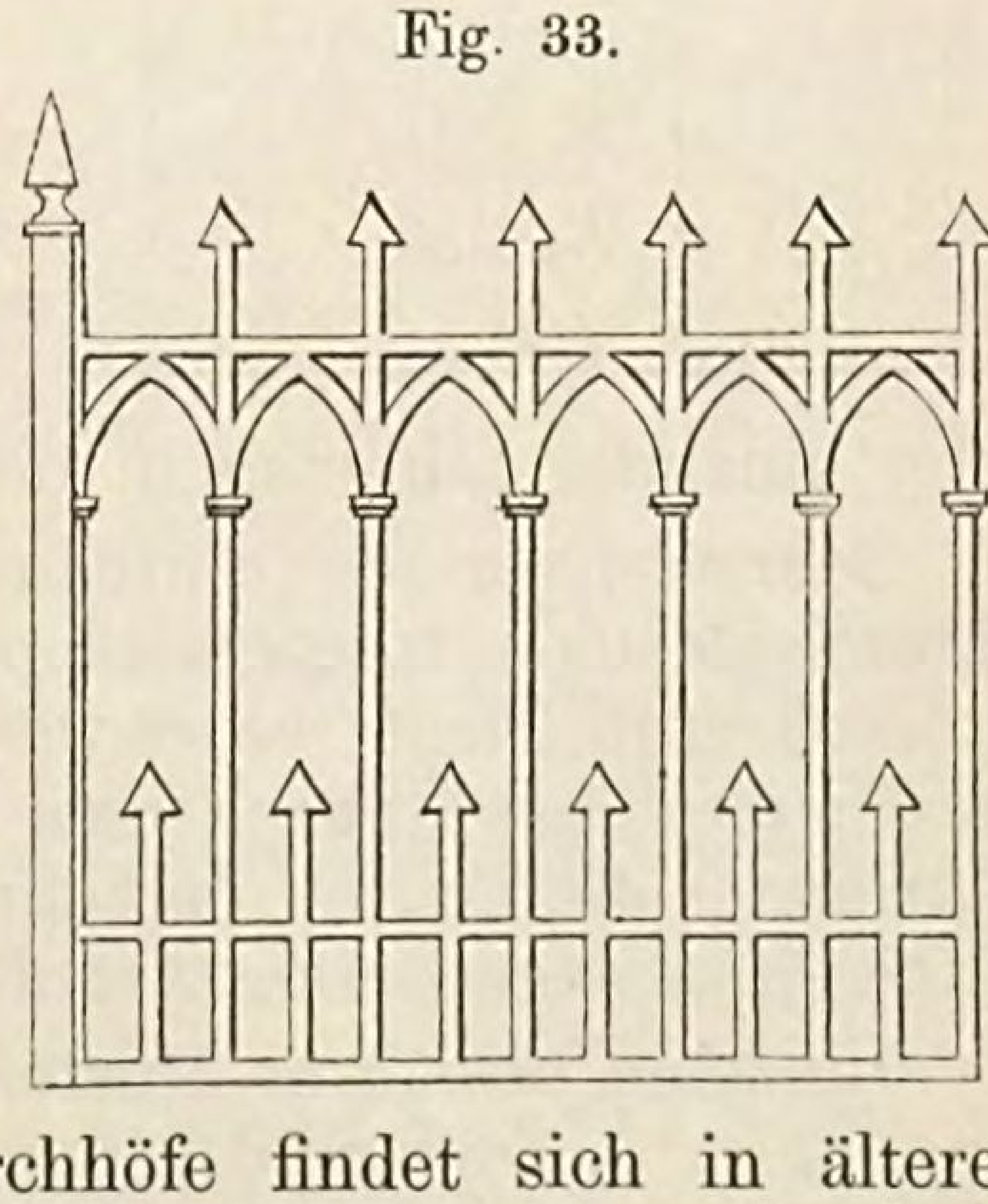


Fig. 31, 32 und 33 sind ältere Muster für niedrige Stabgitter zur Einfriedigung von Grabstätten oder zum Aufstellen auf Sockelmauerwerken und laufen in mehr oder weniger schlanke Spitzen aus; während Fig. 31 und 32 den Rundbogen als Decorationsmoment benutzt, zeigt Fig. 33 den Spitzbogen und daneben Lanzenspitzen und Andeutungen von Capitälen.

Ein viel gebrauchtes Gitter für Kirchhöfe findet sich in älteren Verzeichnissen von Sayn und Berlin und ist in Fig. 34 verdeutlicht.

Es ist besonders günstig hinsichtlich der Spannungsfrage construirt, weil sich alle Stäbe schräg schneiden.

Die Muster Fig. 35 und 36, deren Entwurf vom Verfasser herrührt, zeigen eine oft verlangte engere Zusammenstellung der Vertikalstäbe und bieten für die eingezäunten Stellen einen besseren Schutz gegen kleinere Thiere. Trotz der grösseren Höhe und Zahl der Stäbe sind beide Muster sehr leicht construirt gewesen und haben sich gut gehalten.

Fig. 34.

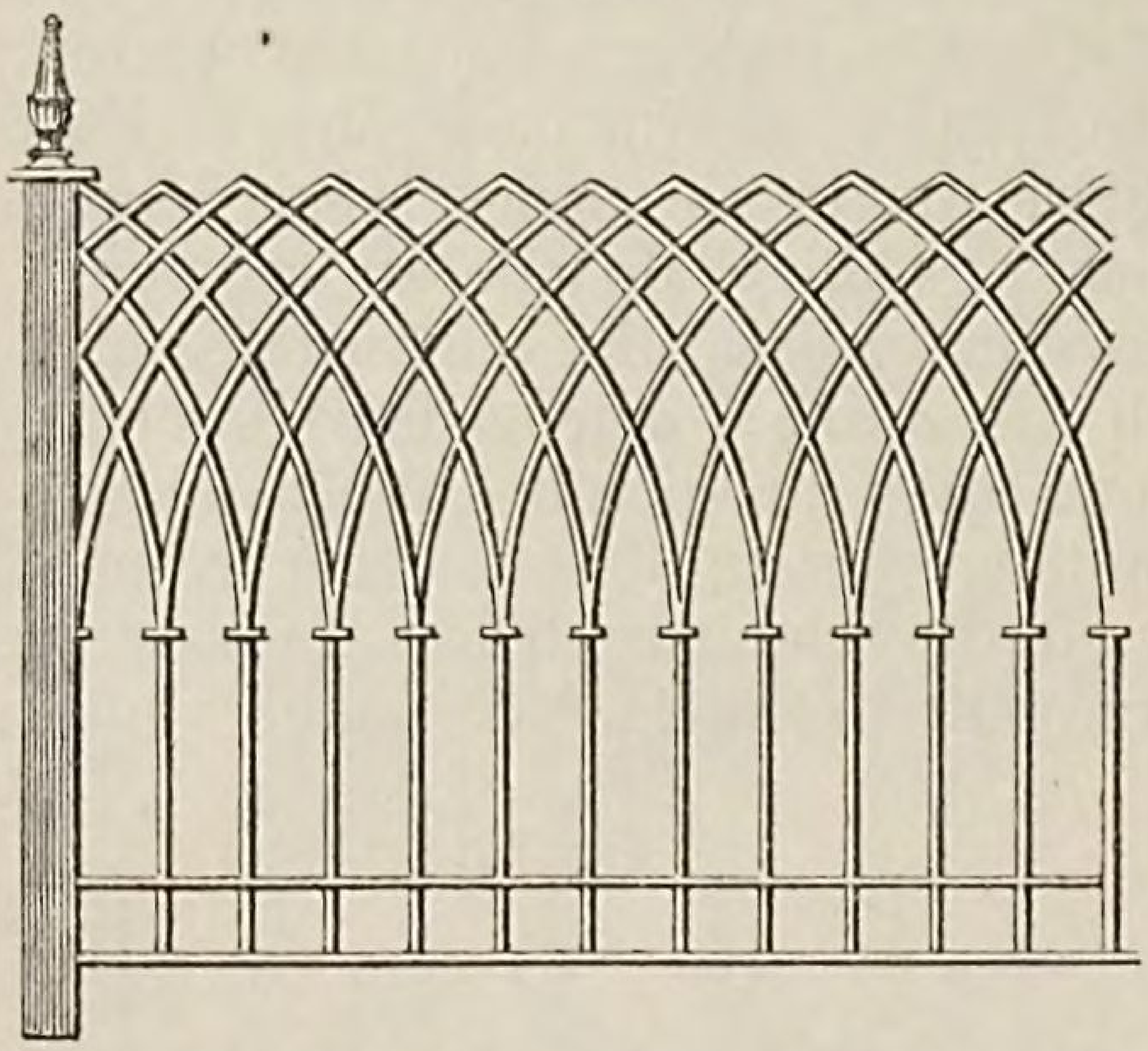


Fig. 35.

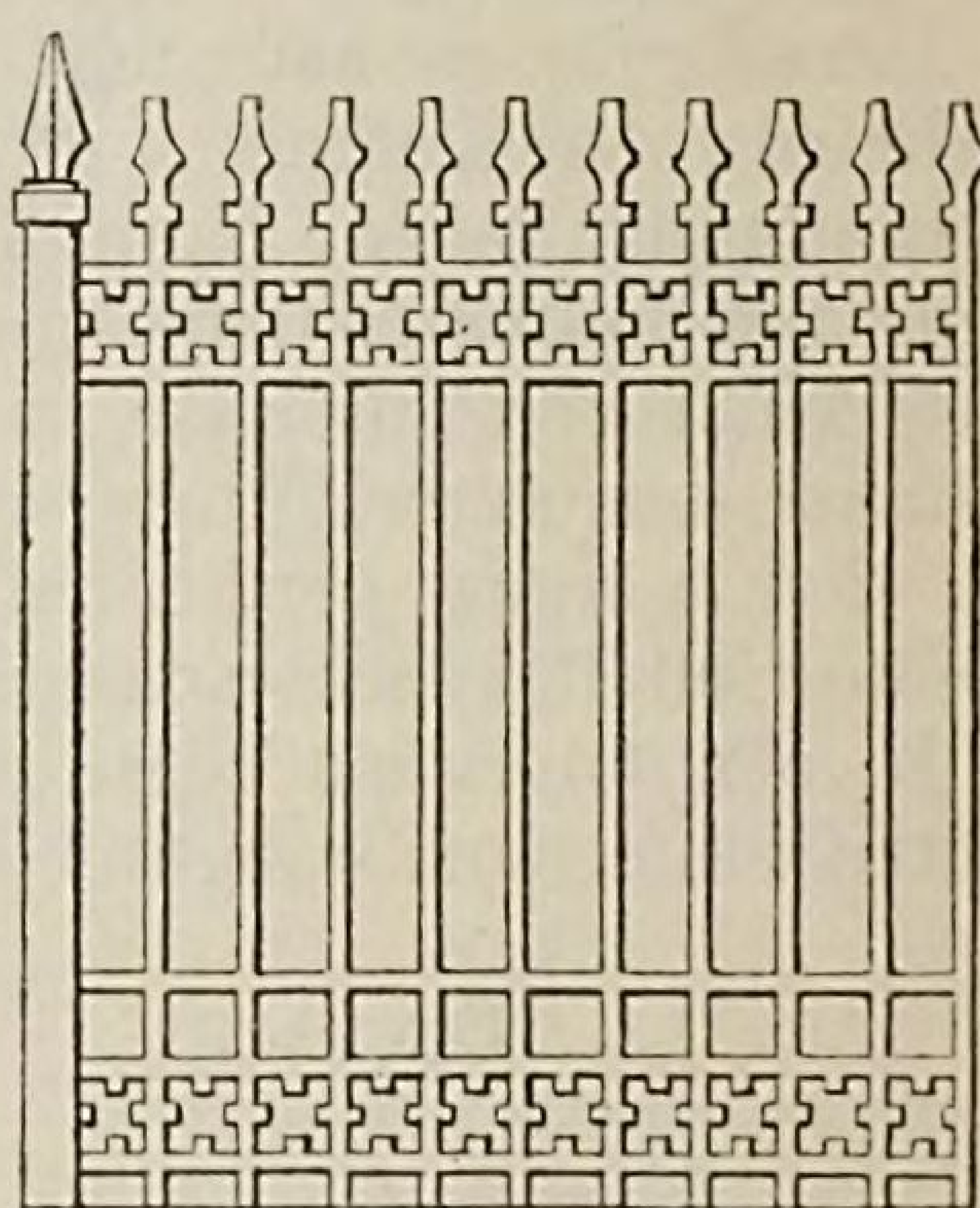
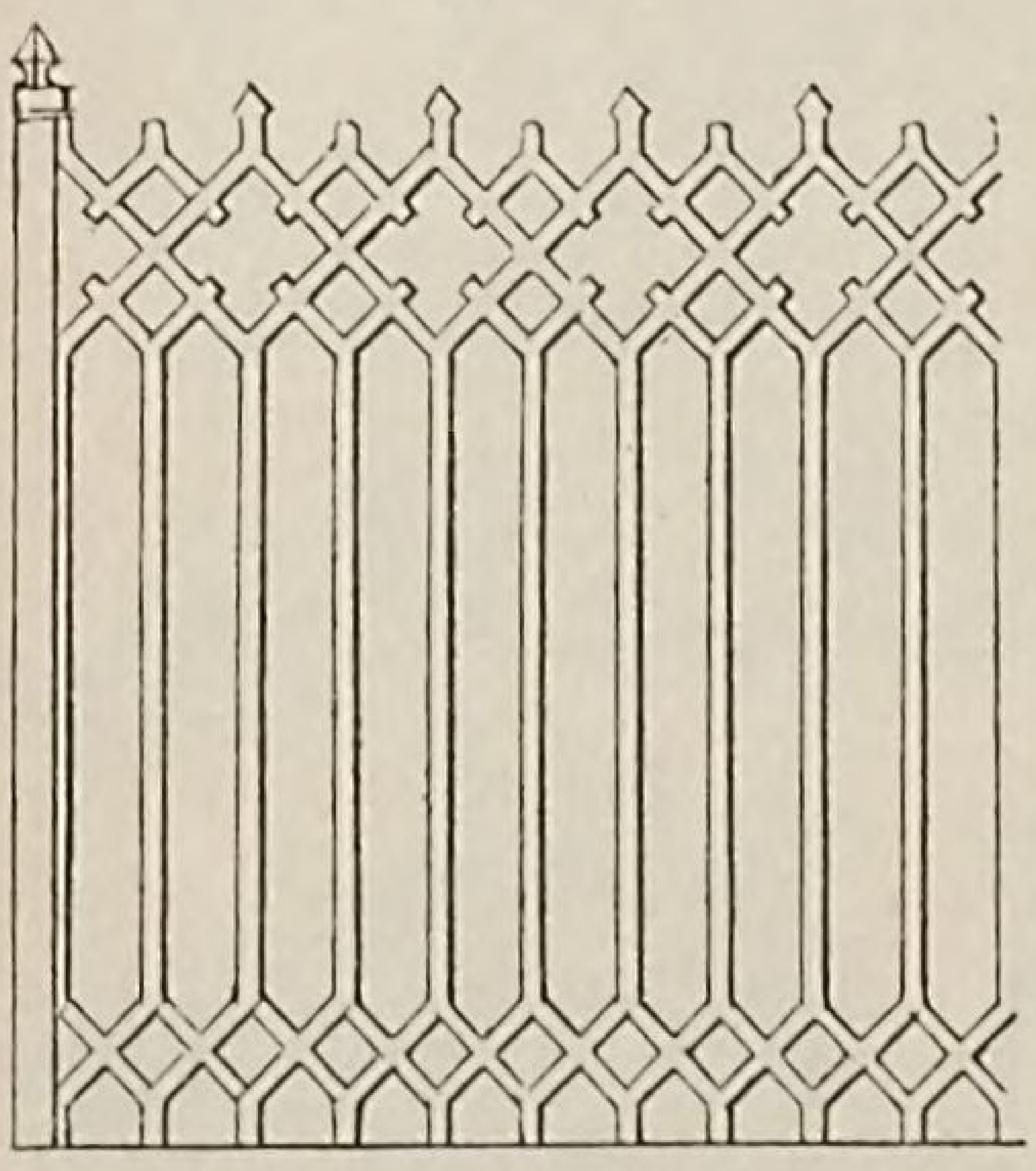


Fig. 36.



Die Stabprofile waren nahezu quadratisch, nach der Rück- bezw. Innenseite früherer Angabe gemäss etwas verjüngt und leichter aushebbar gestaltet, und hatten bedeutend geringere Gewichte als die vorher beschriebenen Gitter, namentlich wenn man das Verhältniss zur Höhe berücksichtigt.

Besonders günstig hinsichtlich der Spannungen erwies sich das Gitter Fig. 36, welches nirgends rechtwinkelige Anschlüsse zwischen vertikalen und horizontalen Stäben, sondern lediglich schrägwinkelige Anschlüsse der Vertikalstäbe aufweist, deren weitere Combinationen unter einander schliesslich die Horizontalglieder des Gitters bilden.

Sehr viel verlangt wurden und werden noch unter den niedrigeren Gittern solche mit waagerechtem Abschlusse, sogenannten Griffleisten, weil sie auch zum Theil fester waren und wegen des Nichtvorhandenseins von Spitzen das Uebersteigen gestatteten und daher bei kleineren Umwährungen die Thüren entbehrlich machten, z. B. bei Grabeinfassungen, kleineren Anlagen aller Art auf Plätzen u. dergl.

Einzelne bewährte Muster sind in den Fig. 37—42 dargestellt, von denen Fig. 37, 38 und 39 gothische Motive zeigen, unter denen die beiden Letzteren wohl am beliebtesten waren. Das Letztere namentlich

erwies sich stets als sehr fest und haltbar und auch hinsichtlich der Spannungen sehr vortheilhaft, da die krummlinigen Anschlüsse der Hauptstäbe dieselben aufnahmen und vertheilten und die zwei oder drei einzigen Horizontalstäbe überall durch runde Anschlüsse mehrfach mit den Vertikalstäben in Verbindung waren.

Fig. 37.

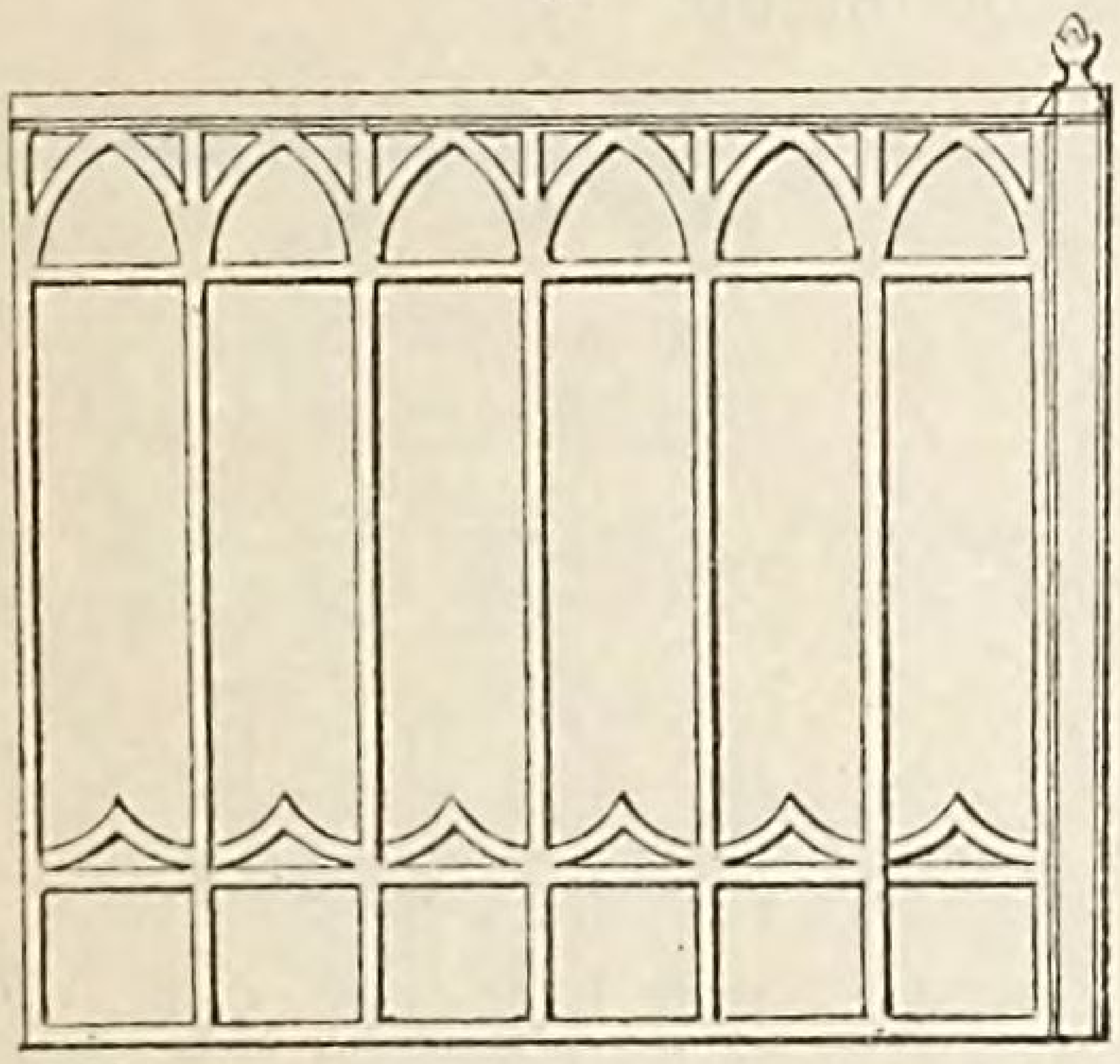


Fig. 38.

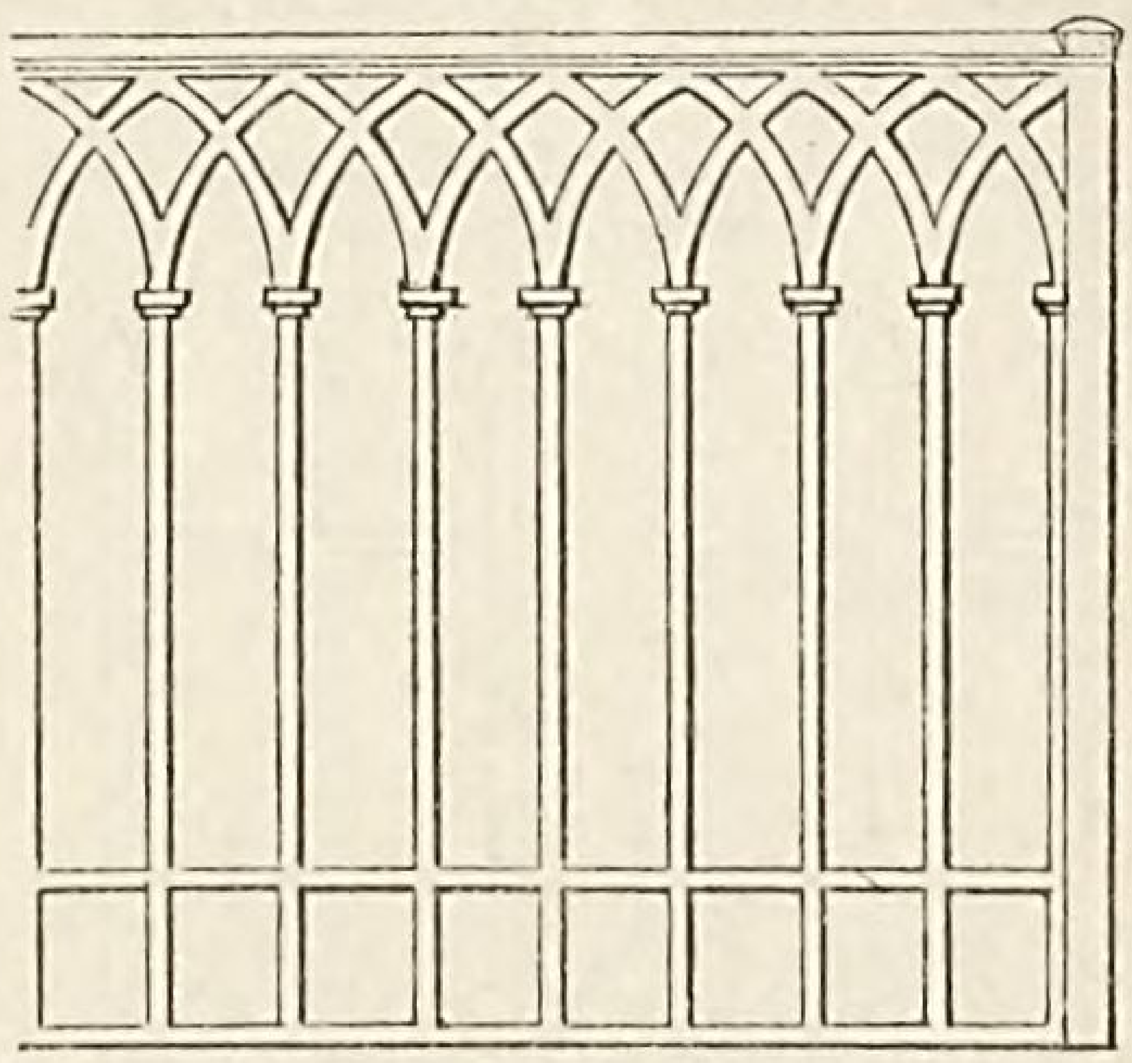


Fig. 39.

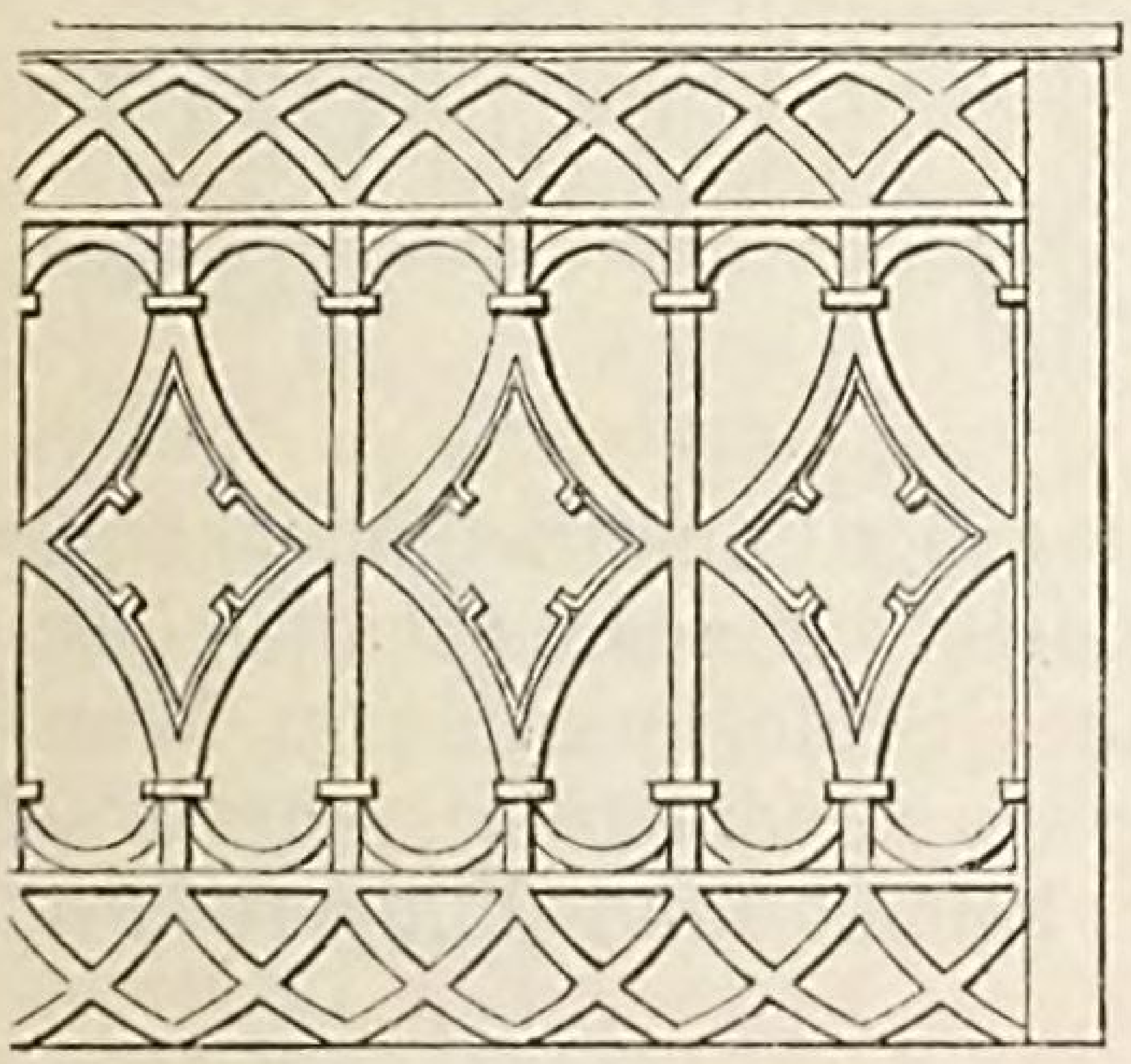


Fig. 40.

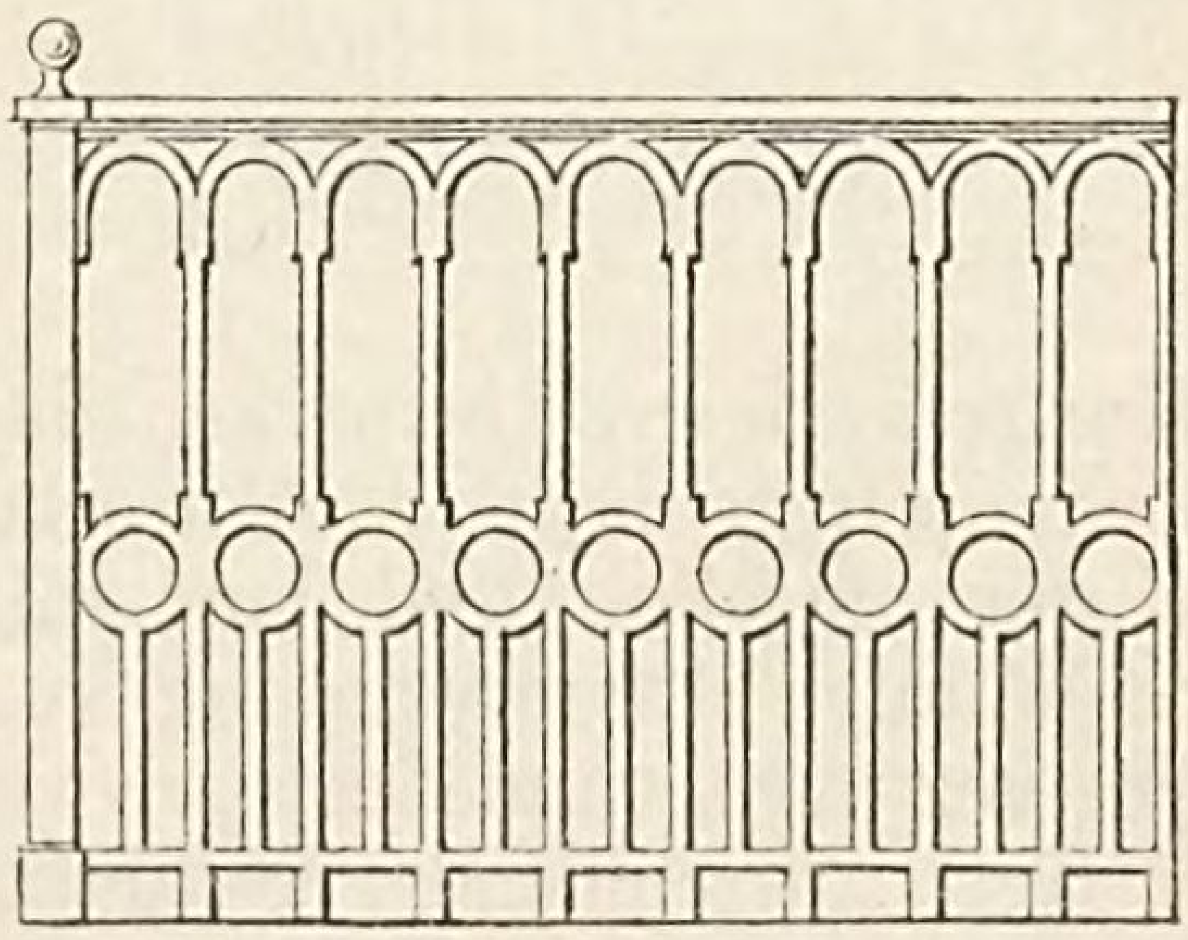


Fig. 41a und b.

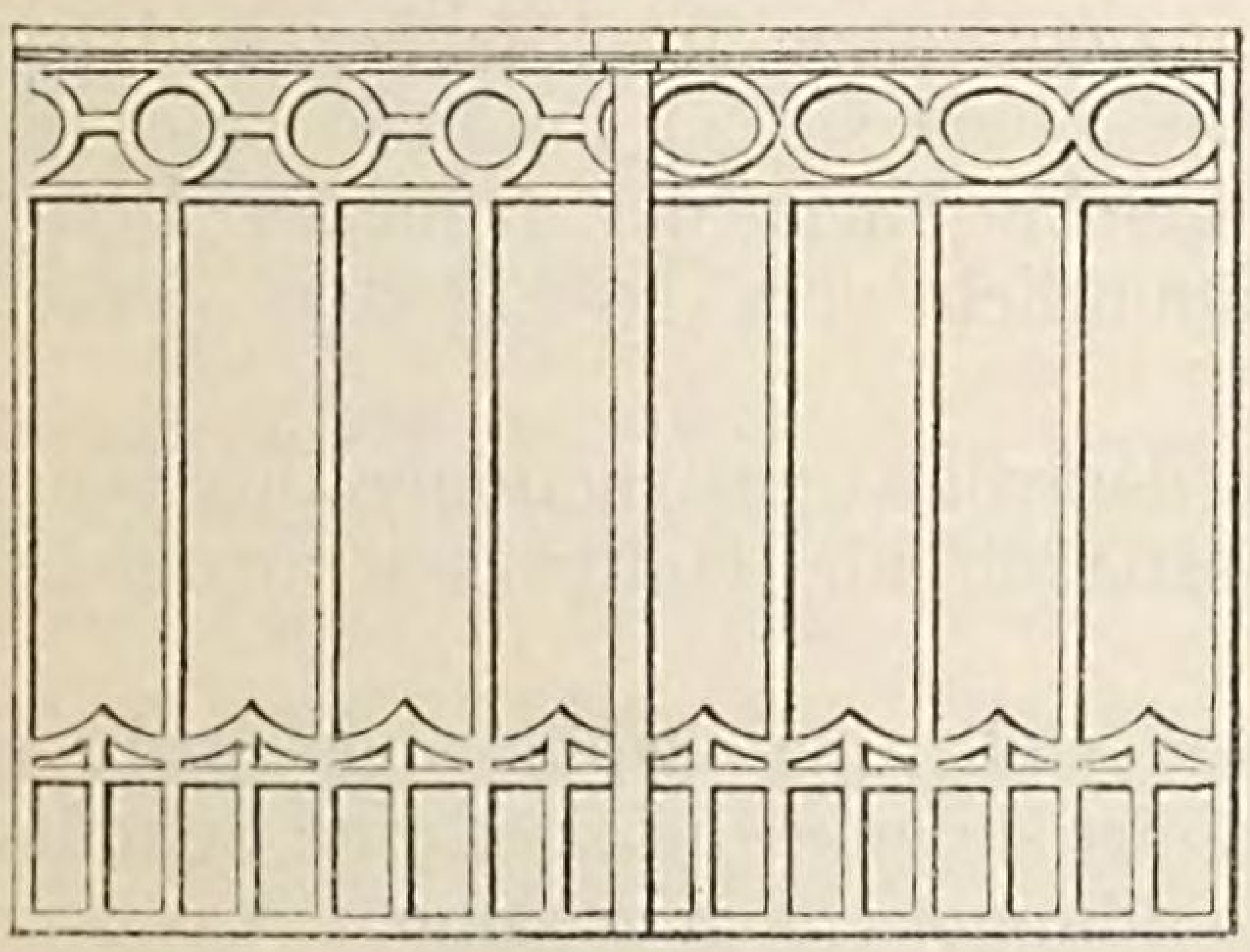
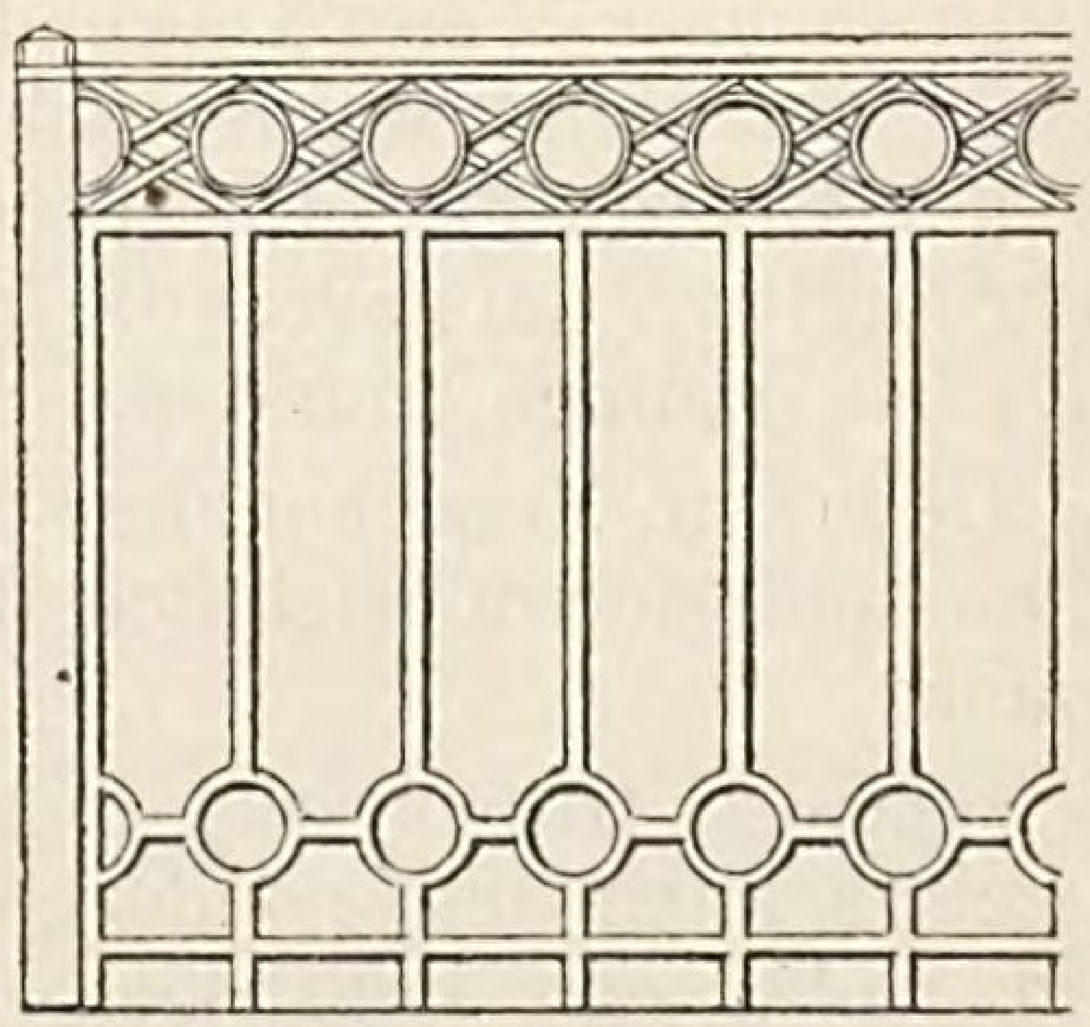


Fig. 42.



Einen vom Verfasser angegebenen Versuch, der gothischen Linienverbindung gegenüber auch den Rundbogen zur Geltung zu bringen, stellt Fig. 40 vor, während die Muster Fig. 41a und b und 42 ältere, nicht gerade entsprechende Leistungen nach derselben Richtung wiedergeben.

Die Zahl solcher Beispiele könnte viel grösser sein, doch hat dies für den vorliegenden Zweck keinerlei Bedeutung, da es sich hier mehr um technische Verhältnisse handelt.

Muster für ganz einfache schwerere Gitter (Hof- und Grundstücksumwährungen) geben die Fig. 43 und 44, über deren architektonische Gestaltung nichts weiter zu sagen bleibt, da sie wesentlich die Elemente einiger der vorherigen Muster ebenfalls benutzen.

Fig. 43.

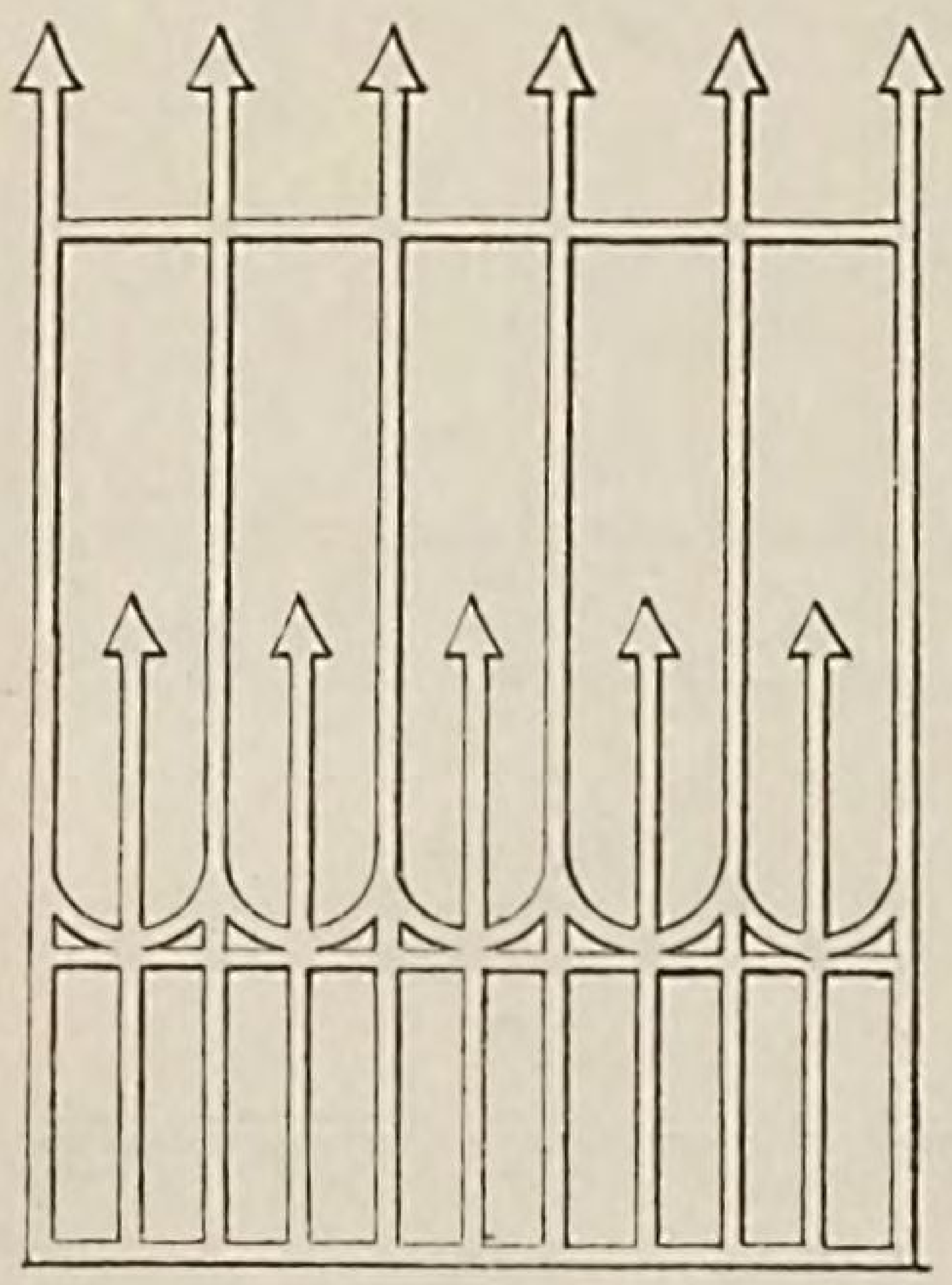
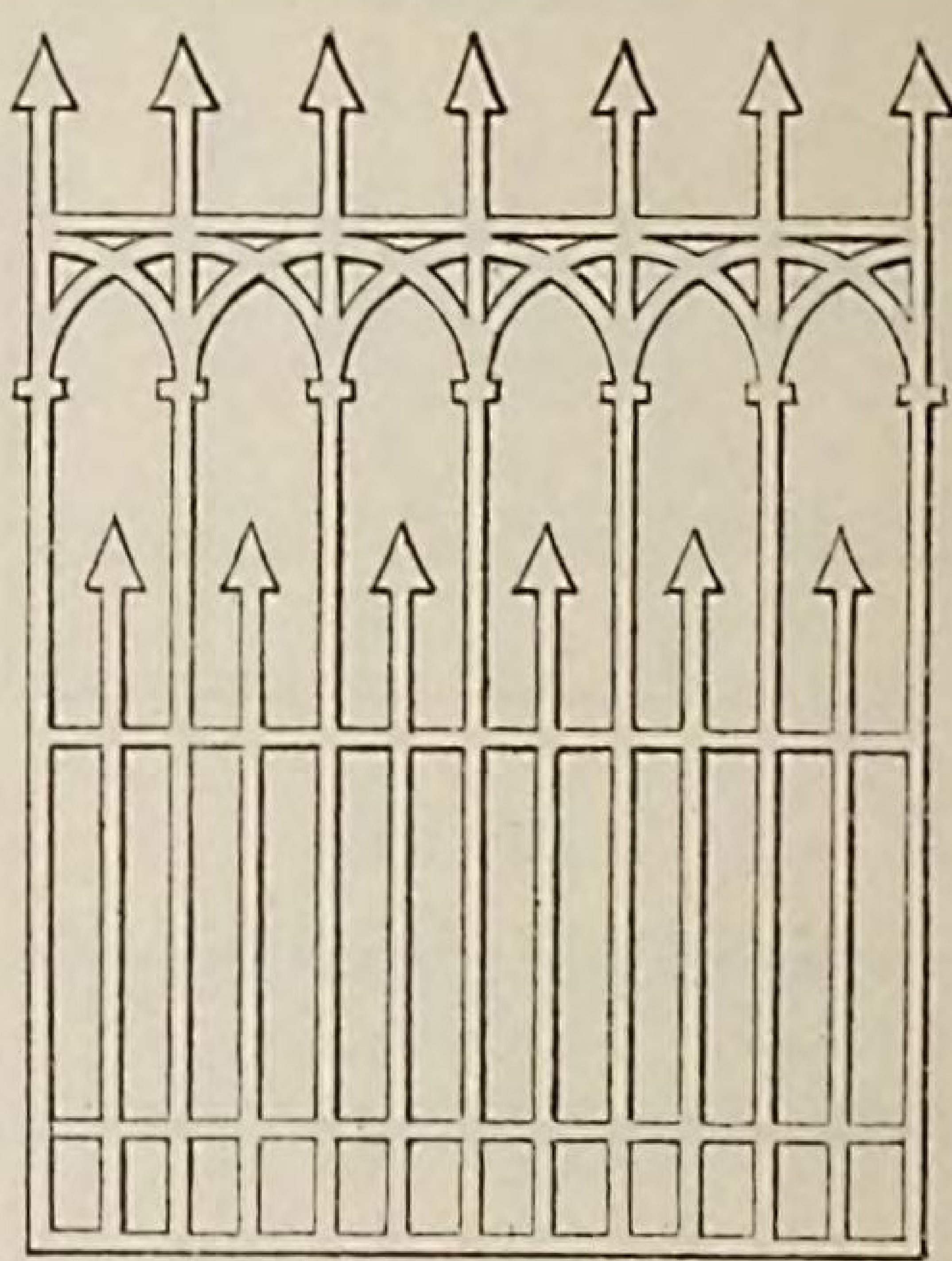


Fig. 44.



Hierzu ist aber zu bemerken, dass derartige Constructionen kaum mehr aus Gusseisen gemacht werden, da sie dann bei ausreichender Festigkeit zu schwer ausfallen und man mit guter Schlosserarbeit in Walzeisen, eventuell unter Mitverwendung von Gussornamenten oder auch solchen aus gestanztem Schmiedeeisen weiter kommt und billigere Producte erzielt trotz ausreichender Festigkeit.

Die Walzwerke liefern ja in neuerer Zeit mannigfache Profile hierzu in entsprechender Preislage.

In welcher Weise Thorbauten aus Gusseisen in einfacher und fester Gestalt angefertigt werden können und wie sie zu fundiren sind, geht aus der Skizze Fig. 45 hervor, welche eines der früheren Berliner Stadtthorgitter darstellt, die ja sämmtlich dem gesteigerten Verkehre den Platz räumen mussten.

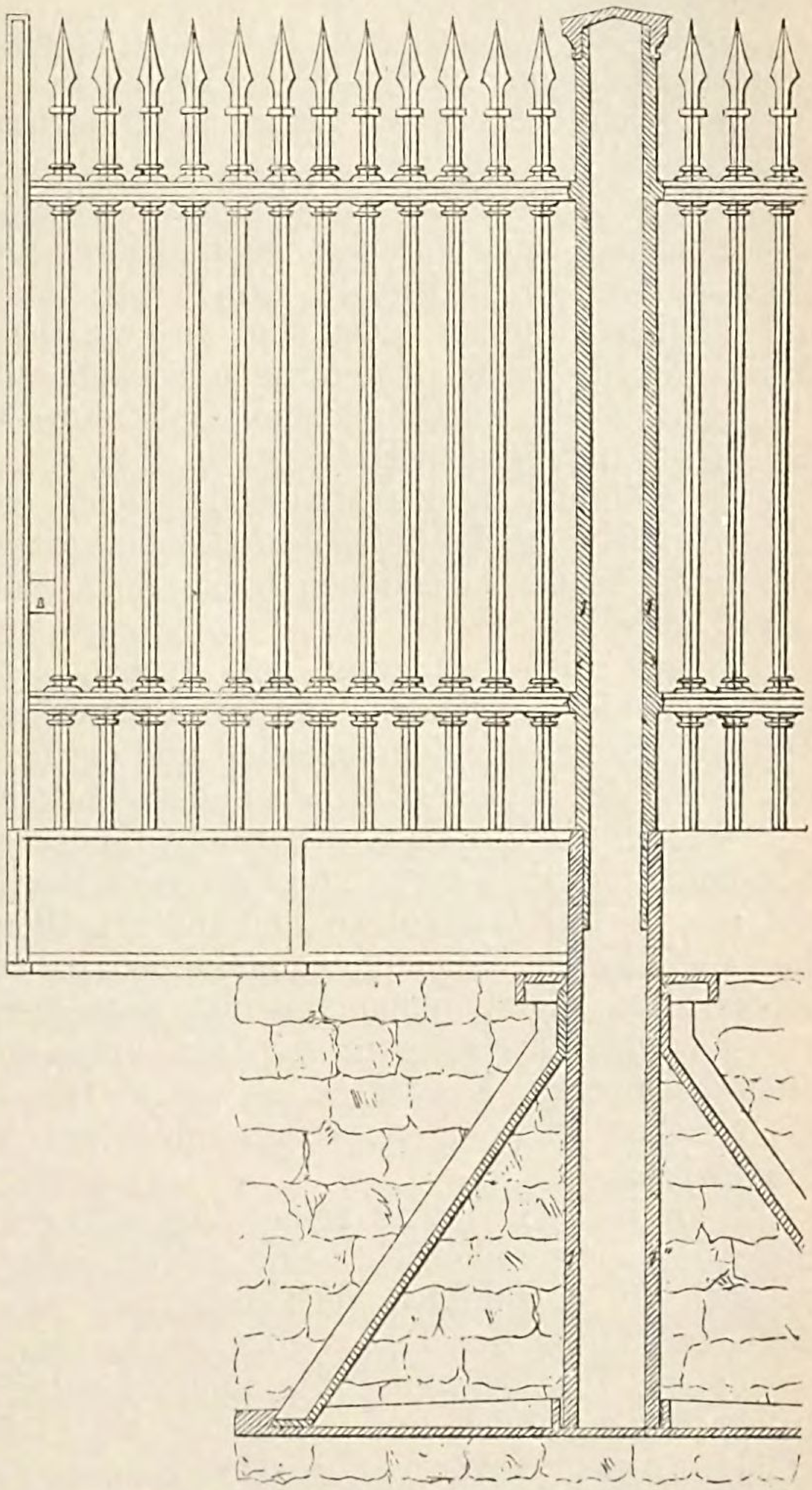
Ueber ein Menschenalter haben derartige Constructionen ihre Dienste gethan und sich hinsichtlich der Festigkeit und Haltbarkeit ausreichend bewährt.

Reichere Gitterwerke dieser Art stellt man wohl nicht mehr aus Gusseisen allein dar, sondern combinirt sie aus Gusseisen und Schmiedeeisen, wobei sehr kunstreiche Verbindungen möglich sind.

Die Technik des Stanzens oder Treibens ist in neuester Zeit so weit vorangeschritten, dass für hohe Umwährungen luxuriösesten Charakters fast ausnahmslos Schmiedeeisen genommen wird und Gusswaare nur noch für Sockeleinzelheiten u. s. w. verwendet wird.

Die Betrachtung der Gitter und der einzelnen Traillen, der Stäbe, wird am Besten abgeschlossen durch den Hinweis auf die in Fig. 46 und 47 dargestellten Frontfelder eines Balkons.

Fig. 45.



Die Muster sind dem berühmten Schinkel'schen Werke: „Vorbilder für Künstler und Handwerker“ entnommen gewesen und wurden seiner Zeit auf den zum Theil jetzt eingegangenen preussischen Staatswerken wiederholt gegossen und fertiggestellt.

Es waren kräftige, etwas schwere Stücke, die aber dem damals nach dem Kriege herrschenden Geschmacke entsprachen, obschon neben solchen der Antike nachgebildeten Dingen auch oft gothische und in sonstigen kirchlichen Formen ausgeführte Gebilde sich stark bemerklich machten.

An die Gitter schliessen sich einerseits die Grabmonumente, andererseits der übrige Bauguss: Treppen, Säulen, Träger, Balkons, Veranden u. s. w. an, über deren Entwurf mehr zu sagen ist, als über den der Gitter und durchbrochenen Verzierungen.

Die Grabmonumente haben entweder Kreuzesform oder

Fig. 46.

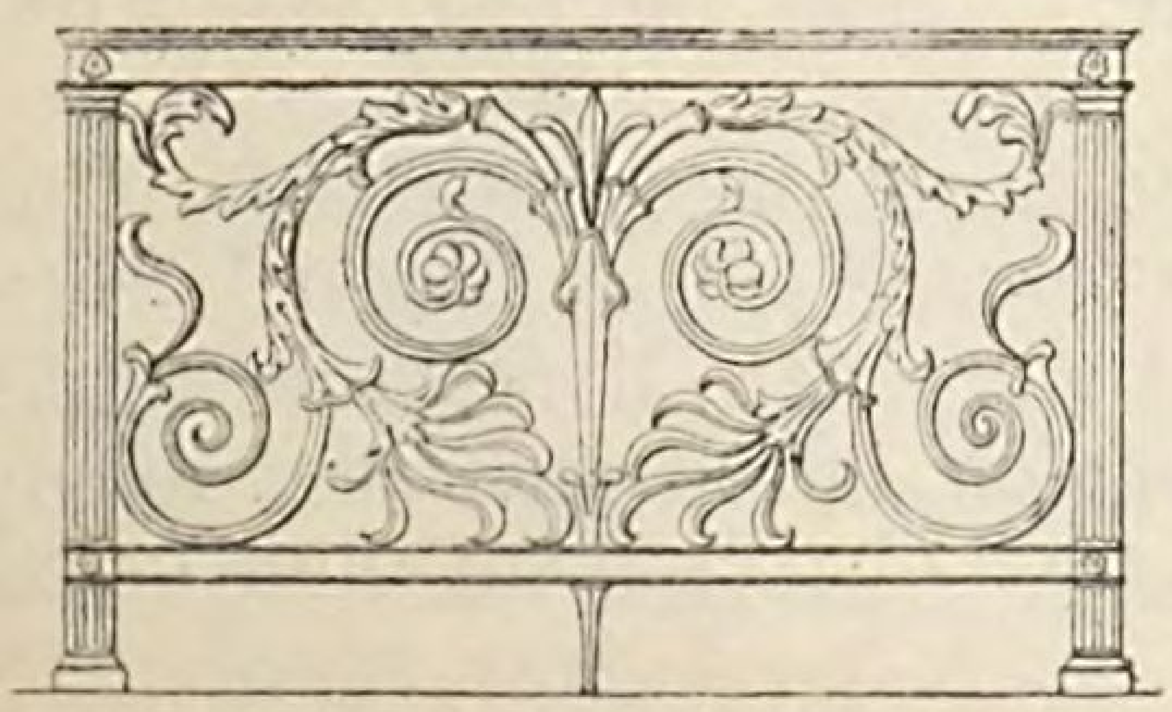


Fig. 47.



sind einfache Schrifttafeln; complicirtere Formen kommen selten mehr vor, da sie von dem nicht viel theuereren Steine verdrängt sind, der besser aussieht, als noch so sorgsam behandelte Metallmonumente. Hierbei sind selbstredend kostbare Steinarten oder schwer bearbeitbare ausgeschlossen.

Die Verzierung der Grabmonumente geschieht durch aufgesetzte Embleme und Symbole in flacher Reliefdarstellung, die im Modell in einer leicht bearbeiteten Legirung, oft auch nur in Wachs anzufertigen, später in Metall abzugiessen sind, wenn sie öfter gebraucht werden.

Während die Grabkreuze gewöhnlich in Grundsteine oder Sockel von Sandstein, Marmor oder einer anderen Steinart eingezapft und festgegossen werden, ruhen die Schriftplatten vermittelst Consolen auf ähnlichen Steinen oder sind schwebend an Eisenstäben befestigt, die ihrerseits in derartigen Sockeln eingelassen sind.

Sehr schön durchbrochene Grabkreuze lieferten früher die fürstl. Salm'schen Werke zu Blansko in Mähren und andere österreichische Werke, während die Berliner Giessereien und die Tangerhütte bei Magdeburg reiche Reliefdecorationen vorzugsweise gern verwendeten. Besonders reiche Collectionen besitzt u. A. auch Lauchhammer, vor Allem aber Durenne-Paris.

Gegen die Benutzung der Kreuze als Träger der Schrift lässt sich viel einwenden, und es müsste dieselbe in den meisten Fällen von den Eisengiessereien abgelehnt und der Ersatz durch eine Schriftplatte am Fusse des Kreuzes, d. h. auf dem Sockel empfohlen werden.

Als unerreichte Muster der Grabdecoration in Metallguss bleiben überhaupt die mit Wappen und Figuren in Hochrelief versehenen Platten auf den Nürnbergischen und anderen älteren Kirchhöfen zurück, die in vielen Fällen Nachahmung gefunden haben und deren Studium den Modelleuren von Grabmonumenten angelegentlichst zu empfehlen ist.

Es wird hierbei ganz von den grösseren derartigen Arbeiten der alten Nürnberger Meister, z. B. des Peter Vischer, abgesehen, die bis Krakau u. s. w. verbreitet sind, und nur auf kleinere Arbeiten hingewiesen.

Der Bauguss war seiner Zeit die der Ausbildung bedürftigste Seite des Giessereibetriebes und erhielt dann erst grössere Wichtigkeit, als sich die Architekten noch mehr, wie es bis dahin geschehen wär, der Anwendung des Eisens überhaupt, besonders des Gusseisens, zuwendeten. Der Eisenguss wie auch die übrigen Eisenfabrikate dienten früher vorzugsweise und weit eher als kräftiges Gerippe oder als Hülfsconstructionen eines Bauwerkes, als dass sie selbstständig in einem Bauorganismus erschienen und ihre Leistungen auch in der äusseren Form offenbarten; noch weniger war von einem Kunststyl des Eisens die Rede, wie er für den Steinbau und den Holzbau bereits existirte.

Der Verfasser glaubt auch heute noch, dass der Hochbau in Eisen allmälig bestimmte Bauformen für metallisches Material entwickeln werde, dass aber das eigentliche Gebiet der Metallverwendung, abgesehen von bestimmten Ingenieurbauten, doch mehr der innere Ausbau sein wird, während der Stein- oder Ziegelrohbau die Aussenwände zusammensetzen und bilden müsse.

In der architektonischen Literatur ist die Entwickelung metallischer, speciell eiserner Bauformen immer noch verhältnissmässig schwach vertreten; ausser älteren Sachen von Eck und Guettier war es besonders Brandt, welcher in seinem „Lehrbuch der Eisenconstructionen mit besonderer Anwendung auf den Hochbau" (Zweite Auflage, 1870—71) das Nothwendigste über Anwendung des Gusseisens zum Pfeiler-, Säulen- und Träger-, sowie zum Treppenbau zusammengestellt hat. Demnächst sind originelle, in die Praxis aber nicht übergegangene Versuche von Viollet le Duc zu verzeichnen, der das Eisen in Verbindung mit Gewölbconstructionen zu erweiterter Anwendung bringen wollte, ohne damit bei seinen Fachgenossen durchzudringen. Es fehlt in vielen dieser Aeusserungen das Eingehen auf eine durch die Eigenthümlichkeit des Materiales bedingte besondere äussere Form, denn nur die statischen Momente sind meist berücksichtigt. Im Folgenden wird der Versuch wiederholt gemacht, gewissermaassen als Vervollständigung jener Aeusserungen einzelne praktische Erfahrungen in Herstellung und Entwurf von metallenen Hochbauten, Treppenbauten und anderem Baugusse kurz mitzutheilen.

Es sind zunächst wohl zu unterscheiden:

die Säule oder der Pfeiler,
der Balken oder der Träger,
die Console,

dann die Combinationen dieser sämmtlichen Bautheile, obschon diese schon zu sehr in das Gebiet der Architektur oder Bauconstruction selbst gehören, um sie mit gleicher Ausführlichkeit besprechen zu können.

Die Säule oder der Pfeiler gestattet wohl, das Gusseisen in seiner besten Eigenschaft, der des Widerstandes gegen Druck, zu verwerthen; die theoretisch erforderlichen Stärken sind deshalb in den meisten Fällen geringer, als es überhaupt möglich ist, Gusseisen zu vergiessen, so dass man hinsichtlich der Haltbarkeit an keine Dimensionsverhältnisse gebunden scheint. Diese Freiheit kann indess nicht so vollkommen benutzt werden, als man wohl denken sollte, weil eine andere Seite der Widerstandsfähigkeit stets neben der Druckfestigkeit als erforderlich auftritt: der Widerstand gegen Zerknicken. Bereits im ersten Bande sind S. 92 die Grenzen mitgetheilt, innerhalb derer sich das Verhältniss der Höhe zum Durchmesser bei gusseisernen Säulen bewegen darf, und wird darauf verwiesen. Dieses Verhältniss als bestehend vorausgesetzt, ergeben sich noch Punkte genug, bei denen zu variiren ist.

Zunächst ist die Theilung der Säule in Fuss, Capitäl und Schaft zu erwägen, aber ohne jede zu genaue Anlehnung an Kunstformen des Alterthums.

Wenn, wie immer, die Höhe der Säule gegeben ist, bestimmt man zunächst wohl den mittleren Durchmesser derselben nach dem Erfahrungssatze gegen Zerknicken und sucht nun zu ermitteln, wie weit man davon im Interesse des ästhetischen Eindruckes abweichen kann und darf.

Es kommt in der That ganz darauf an, in welcher Umgebung die Säulen zu stehen kommen, ob sie Souterrains oder mächtige Gewölbe theilen, oder ob sie Vorhallen, Glasdächer oder sehr helle Räume in oberen Stockwerken tragen sollen.

Bei geringer Belastung und vollkommener, namentlich gegenseitiger Verbindung der Capitäle kann man der Gefahr des Zerknickens eher entgehen, als bei Gewölbedruck oder Unterstützung mächtiger Balkendecken. Hier verbietet, auch wenn die etwa geringe Höhe einen geringen Durchmesser gestatten würde, die ästhetische Rücksicht, Letzteren anzuordnen, sondern die Säule muss auch die Grösse der Leistung angemessen zur Anschauung bringen.

Säulen, wie z. B. in den Souterrains der Börse zu Berlin u. a. a. O., deren Durchmesser kaum ein Fünftel der Seite des darübergesetzten würfelförmigen Abacus beträgt, machen einen ebenso schlechten Eindruck, wie die dorischen Säulen der Hüttenfront eines bekannten Oberharzer Hüttenwerkes, welche die Dimensionen der als Vorbilder benutzten Steinsäulen haben.

Eine vollständige Entwickelung der Construction und des Baues eiserner Säulen würde an dieser Stelle zu weit führen; auch sind für solches Beginnen, wie für Alles, was den besten Baustyl der Metalle anlangt, noch zu wenig allgemeinere Vorarbeiten gemacht worden. (Vergl. die Lehrbücher für Bauconstruction und Scharowsky, Musterbuch für Eisenconstructionen, I.)

In Betreff der Verzierung von Säulen ist zu bemerken, dass der Fuss und das Capitäl häufig verziert werden, wobei man sich allerdings an die üblichen Formen der Architektur anlehnen kann. In solchen Fällen behandelt man im Modell wie im Guss die Verzierung für sich und macht das Säulenmodell in all' seinen Theilen selbst ganz glatt. Die Capitäl- und Fussverzierungen werden alsdann aufgelegt und nicht selten aus Zink oder einem leichter bearbeitbaren Material, als es das Gusseisen ist, hergestellt. Oft macht man das ganze Capitäl in der Art von dem Säulenstamme unabhängig, dass man dem Letzteren an der Stelle des Capitäls einen glatten Hals giebt, auf welchen das Capitäl aufgeschoben werden kann. In den Hals hinein passt dann ein an der Deckplatte sitzender Spund von hinreichender Länge und die Säule kann sofort eingebaut werden. Am Fusse verfährt man analog; nur giesst man die Fussplatte gern an den Säulenstamm fest und muss dann eine etwaige Decoration des Säulenfusses zweitheilig umlegen.

Es ist manchmal üblich, die Säule zu cannelliren, und schreiben die Baumeister es vielfach vor, die Cannelüren halbkreisförmig vertieft anzubringen. Dadurch wird der Modellzeichner gezwungen, das Modell mit einer abnehmbaren, in der Form sitzen bleibenden Schale zu versehen, in welcher die Cannelüren sich befinden und welche so geschnitten sein muss, dass sie in einzelnen Streifen abgehoben werden kann. Ein solches Modell ist erstens schwer herzustellen und theuer, zweitens sehr wenig haltbar und nach jedem Abgusse einer dringenden Reparatur unterworfen, da sich die dünnen Lagen der Cannelürenschale sofort werfen, wenn sie aus dem Sande kommen.

Es ist deshalb vortheilhafter, die Cannelüren so flach zu wählen (wie etwa bei den dorischen Säulen), dass man die Modellhälften aus der Form heben kann, ohne die Stege zu zerreissen. Der Effect ist fast genau derselbe; besteht der Besteller auf der Ausführung der Constructionsregel des korinthischen Styles für solche Säulen, so mag

er die Modellkosten dafür besonders bezahlen; ein Verfahren, das sich überhaupt in allen Fällen als bewährt empfiehlt, um eigensinnige Wünsche der Besteller ohne eigene Einbusse zu erfüllen.

Grosse Aufgaben im Säulengusse machen Ausnahmen insofern, als das Gesammtgewicht derselben die Einrechnung der Nebenkosten in den Einheitspreis erleichtert oder als gewöhnlich ein Gesammtpreis auf Grund eines Voranschlages verabredet werden kann.

Bei solchen Anschlägen müssen in erster Linie der Modellzeichner und der Tischler, resp. Modelleur gehört werden.

Im Anschlusse an die Säule kann der Candelaber, der Thorpfeiler und des damit Verwandten gedacht werden, wobei entweder die Last, welche auf dem Constructionstheile lastet, eine nur geringe ist, oder wo ein anderer Zweck damit verbunden wird.

Hier handelt es sich um freiere, künstlerischer Laune mehr Spielraum gebende Schöpfungen, welche oft in hohem Grade dankbar sind. Die gewöhnliche Laternenstütze gestattet schon die Anwendung einfacherer Verzierungen ohne grosse Mehrkosten; Candelaber zu 2, 4, 6 oder mehr Laternen spielen eine auffällige Rolle und bilden oft für kleine Städte die hauptsächlichste Decoration der Marktplätze und besserer Strassen.

Auch für andere als blosse Beleuchtungszwecke lassen sich derartige Dinge verwenden, z. B. für Flaggenaufstellungen, für die Kabelleitungen elektrischer Bahnen und dergleichen mehr.

Die Gruppen Fig. 48 und 49 zeigen derartige ältere und neuere Muster, vorwiegend in antikem und Renaissancestyl; einzelne davon sind mit schalen- oder becherartigen Aufsätzen zur Unterbringung von Pechpfannen zu Beleuchtungen versehen und werden gewöhnlich zu Parkeingängen u. s. w. verwendet.

Die anderen sind zum Tragen von Laternen bestimmt und haben, je nachdem sie auf verschieden hohe Sockel zu stehen kommen, auch verschiedene Bauhöhen und Längen.

Die Gruppe Fig. 50 zeigt die üblichen einfachsten Bildungen dieser Art, wie sie zur Aufstellung von Gaslaternen benutzt werden, theils auf Steinsockeln, was wohl wenig mehr vorkommt, theils auf durchbrochenen Stühlen, die eingegraben und fest umstampft werden müssen und auf denen die eigentliche Stütze aufgeschraubt ist.

Die Knie- oder Spundstücke der unterirdischen Leitung liegen alsdann innerhalb des Stuhlinnenraumes in der Erde versenkt. Das Rohr steigt, wie bekannt, im Innenraume der Stütze in die Höhe bis zum Brenner.

Ausser diesen einfacheren Stützen und Candelabern kommen auch zusammengesetztere vor, die oft grosse Dimensionen annehmen können und mehr vorstellen.

Als Beispiel für viele mag der in Fig. 51 dargestellte Candelaber gelten, welcher den Musterbüchern von Lauchhammer entnommen ist und in vier verschiedenen Ausführungen angefertigt wird, d. h. mit 2, 3, 4, 5 Armen und bezw. 3, 4, 5, 6 Laternen, da oben auf die Stützensäule selbstredend auch eine Laterne kommt.

Derartige Zusammenstellungen müssen so entworfen sein, dass die einzelnen Arme oder Stützen gleichsam aus der Säule heraus zu wachsen scheinen, während die Benutzung gewöhnlicher, waagerecht sich ausstreckender Laternenstützen vom ästhetischen Standpunkte aus absolut zu verwerfen ist.

Es kommt aber oft vor, dass die Candelaber mancher Gasinstallationen, wo der Unternehmer Alles liefern muss, nichts sind als gewöhnliche Laternenstützen mit aufgesetztem Halse, an den die gewöhnlichen

Fig. 48.

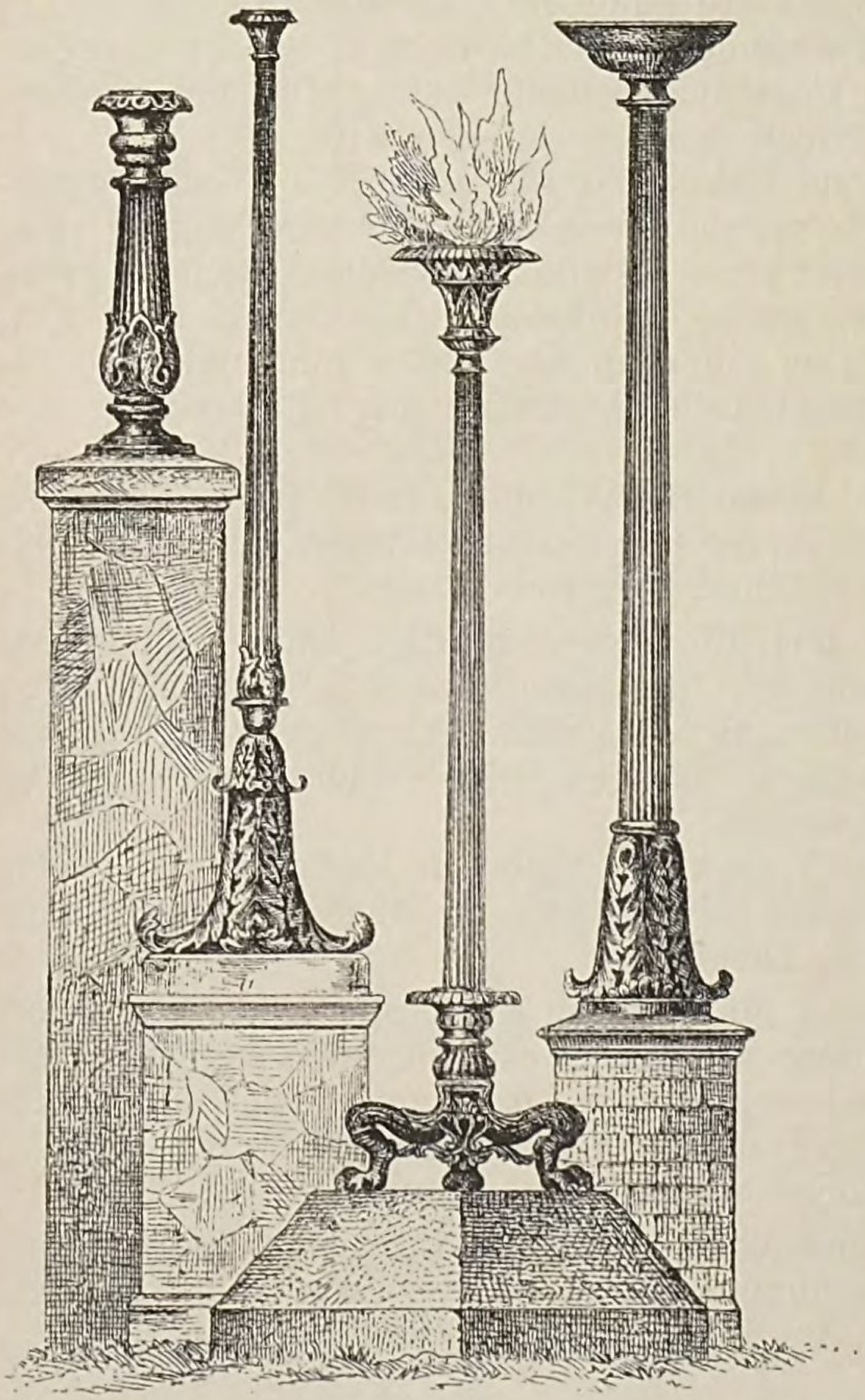
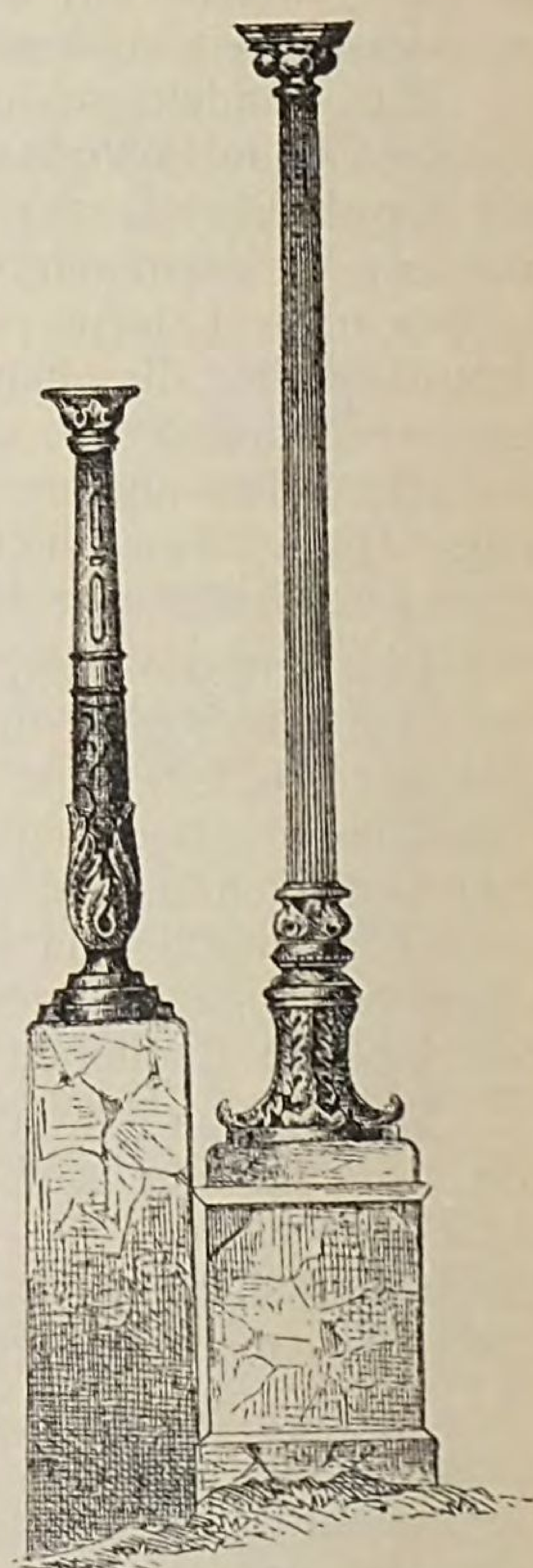


Fig. 49.



Laternenarme, wie sie an Häusern und Wänden angebracht sind, einfach angeschraubt werden.

Im Interesse der Sparsamkeit ist solcher Weg erlaubt, aber empfehlend sind derartige Erscheinungen nicht, weder für den Besteller, noch für das ausführende Werk, was dann besser thut, gut entworfene eigene Modelle in Vorschlag zu bringen.

Einen Uebergang zu der wichtigen Gruppe der T r ä g e r und B a l k e n bilden die L a t e r n e n a r m e, welche eine grosse Zahl ver-

schiedener Muster aufweisen und Gegenstand der Massenfabrikation waren und theilweise noch sind, namentlich wo es sich um die erste Einführung oder die Erweiterung der Gasbeleuchtung handelte.

Es sind eigentlich an einem Ende festgehaltene, am anderen Ende freie Träger, doch nur von geringen Dimensionen und schwacher Belastung, die hier ausser der Laterne nur allenfalls den Winddruck und

Fig. 50.

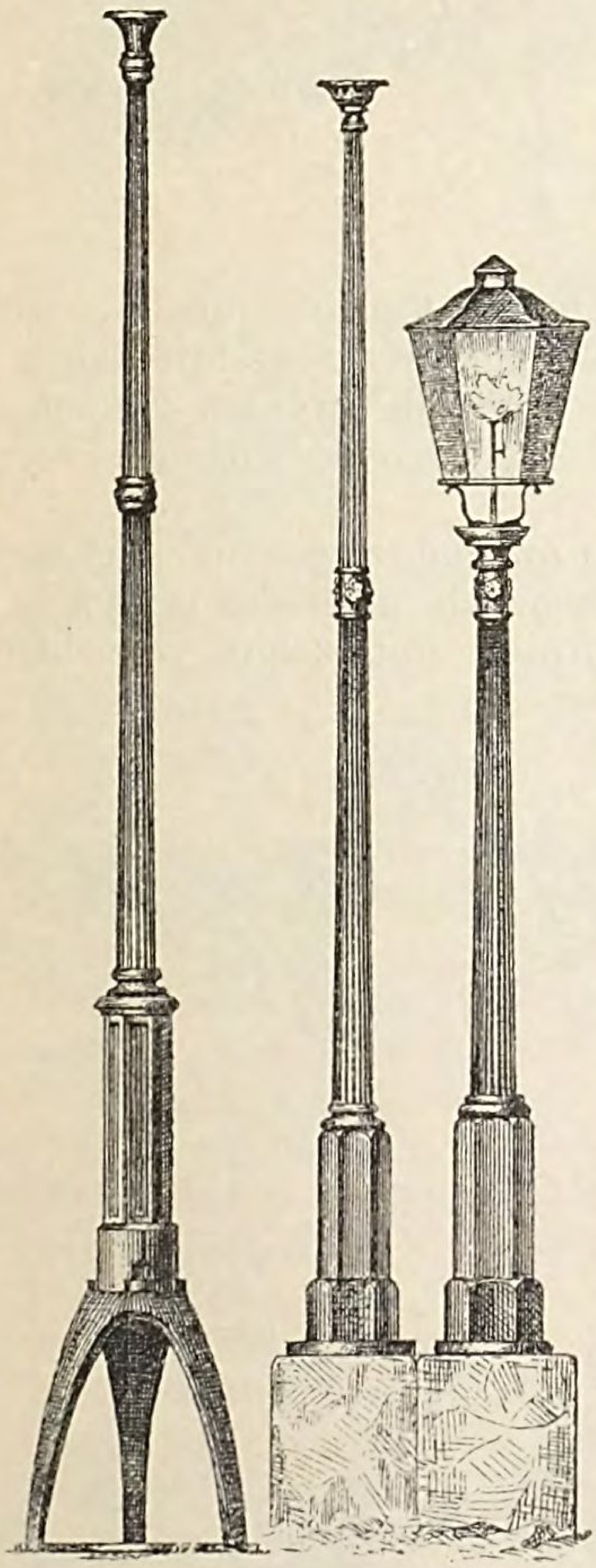
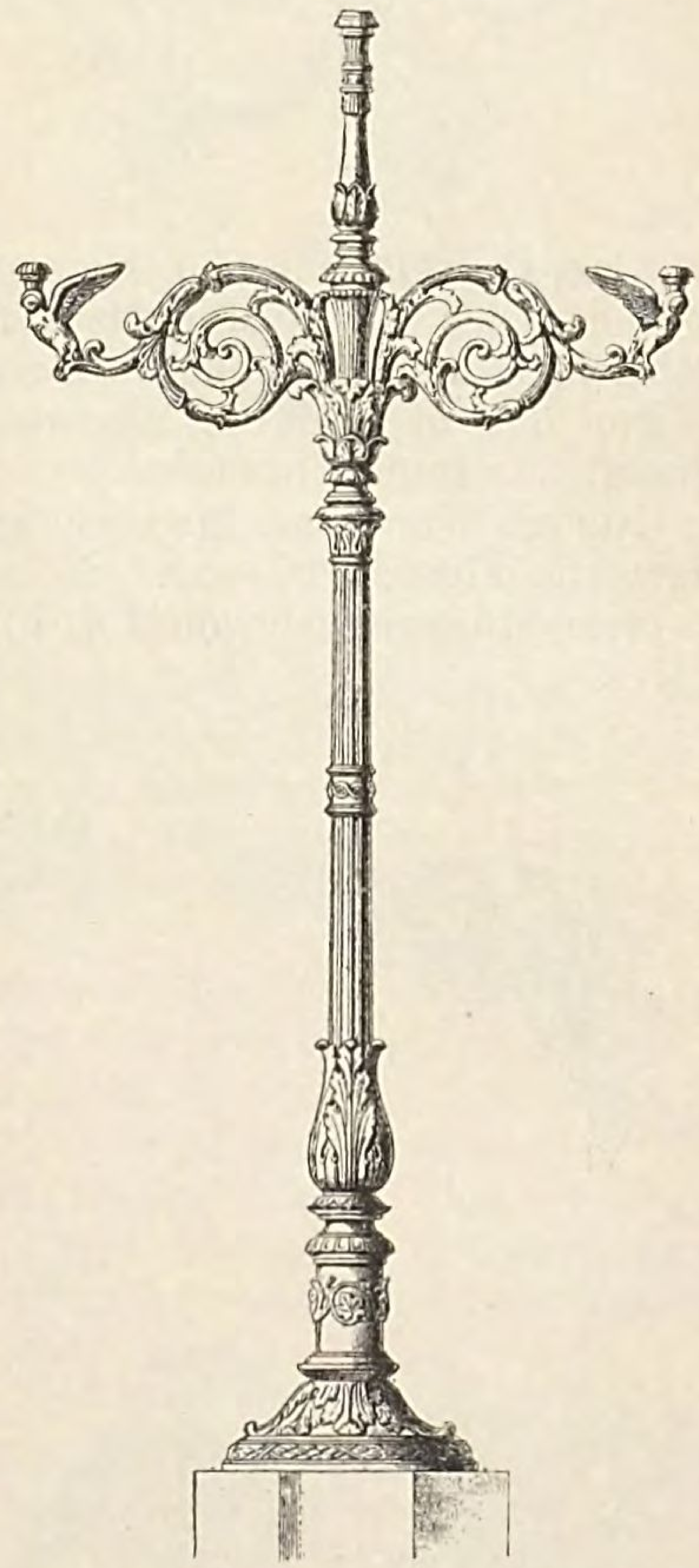


Fig. 51.



dann gelegentlich die Wirkung einer angelehnten Leiter und des darauf stehenden Arbeiters auszuhalten haben.

Kräftiger müssen natürlich die sich anschliessenden Balkonconsolen sein, die noch heute theilweise aus Gusseisen gemacht werden.

In den Figuren 52—60 ist eine Reihe älterer und neuerer Formen solcher Träger oder Arme dargestellt, von welchen die in Fig. 52 und 53 verdeutlichten nicht für Gasbeleuchtung entworfen worden sind, da ihnen der winkelartige Rahmen mit der zur Aufnahme des Gasrohres bestimmten

Hohlkehle fehlt, den die gewöhnlichen Arme, wie z. B. Fig. 54, zu haben pflegen. Die Arme Fig. 52 und 53 sind vielmehr bestimmt gewesen, Oel- oder Petroleumlaternen zu tragen.

Fig. 52.

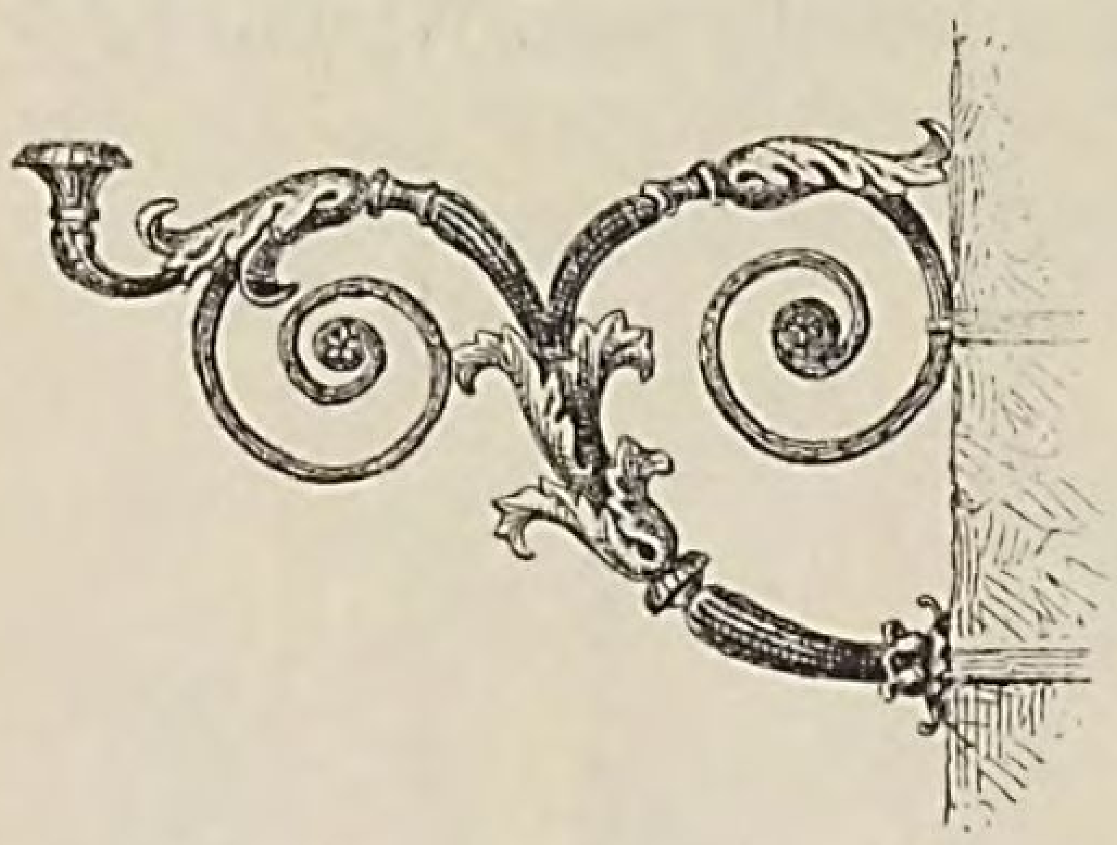


Fig. 53.



Dasselbe gilt für die kleineren Muster Fig. 55 und 56, welche übrigens auch noch als Stützen für Wandbretter, Inschriftplatten auf Grabsteinen und zu ähnlichen Zwecken verwendet werden können und alsdann nur noch durch angegossene Zapfen oder Knaggen vervollständigt zu werden brauchen.

Neuere Wandarme für verschiedene Zwecke, zwei- und mehrarmig, zeigen die Figuren 57—59. Sie stammen, wie auch der Arm Fig. 60, aus dem Musterbuche von Lauchhammer und zeigen verschiedene Motive.

Fig. 54.

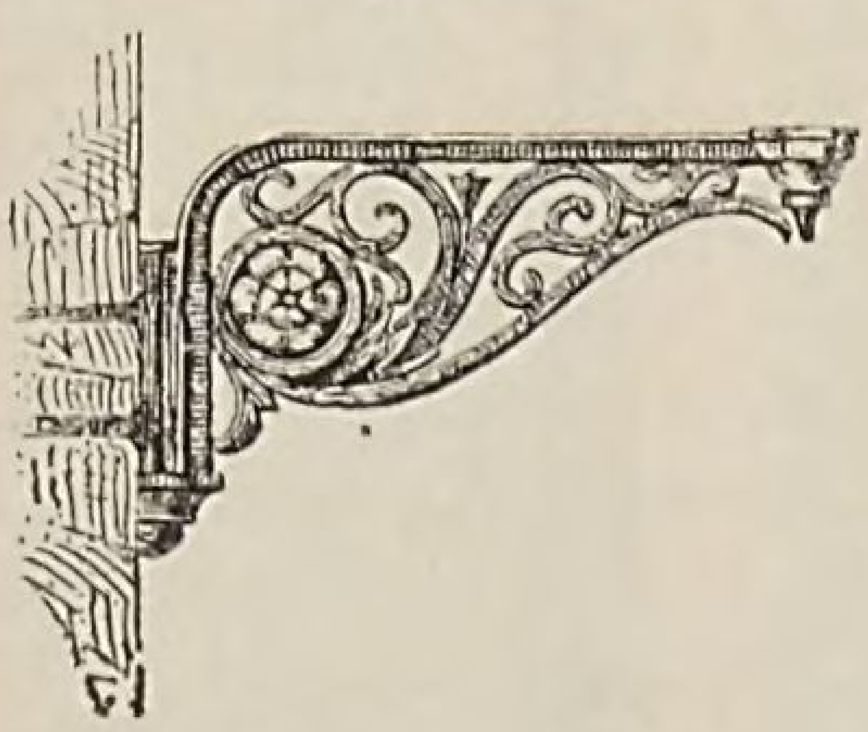


Fig. 55.



Fig. 56.

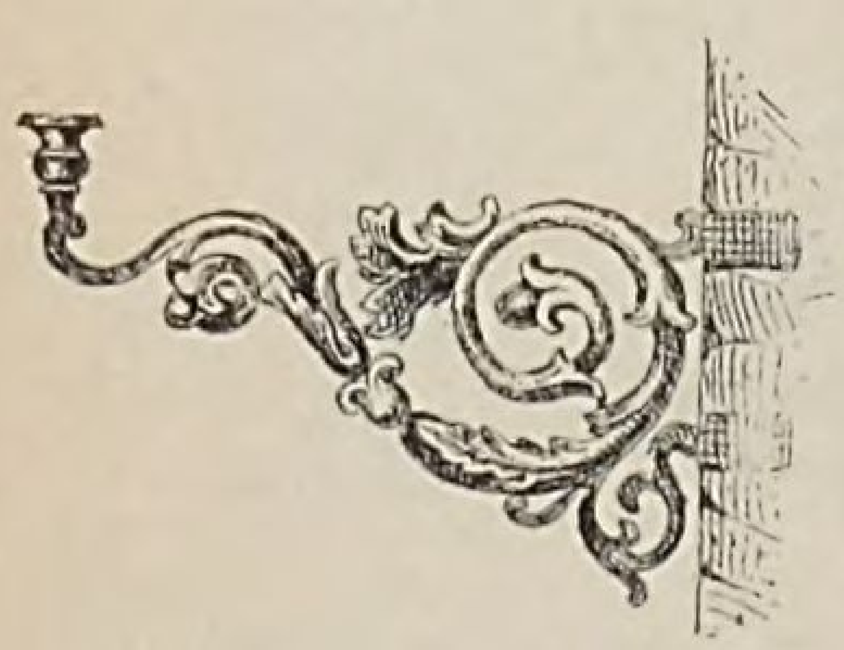


Fig. 57.

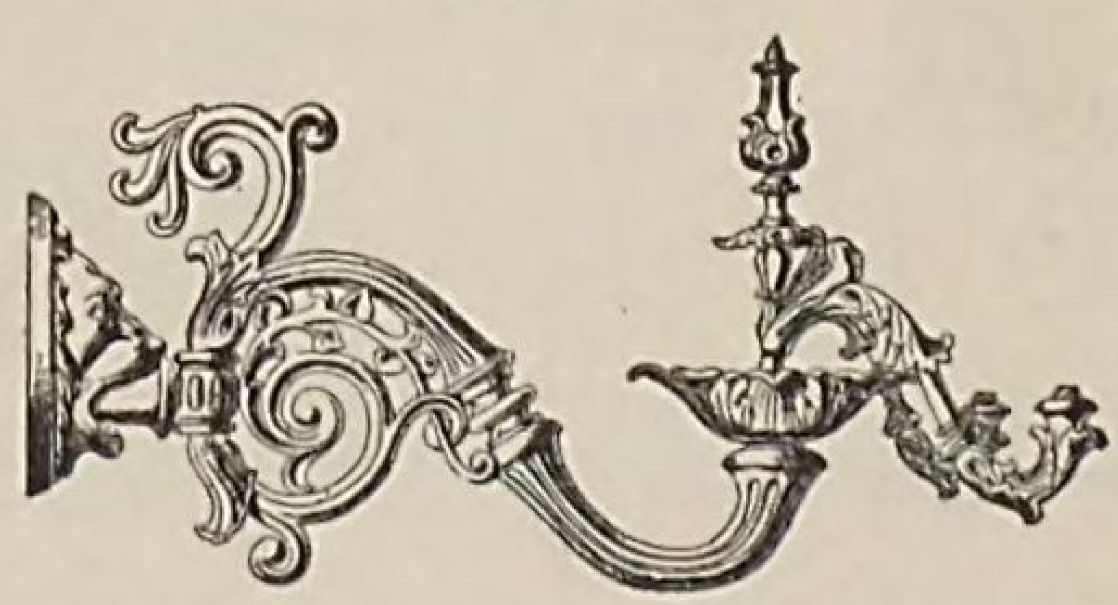


Fig. 58.



Der Arm Fig. 60 wird anscheinend in der dem genannten Werke eigenthümlichen Manier behandelt, die auch bei anderen Fabrikaten vorkommt und bei dem Wandbrette Fig. 10 (S. 152) besonders hervorgehoben worden ist.

Was nun die Technik der Modellherstellung noch speciell anlangt, so fallen alle diese Gegenstände in dieselbe Kategorie von Formen,

in der sich auch die Gitter, ornamentirten durchbrochenen Platten, Fenster u. s. w. bereits befinden, und werden nach ungetheilten Modellen, oft mit Hülfe von Unterlagen, im zweitheiligen Kasten geformt, ebenso die Rosetten der leichten Arme und die Verzweigungen oder die Arme der einzelnen Lichter oder Lampen. Die Ornamentirung muss hiernach so eingerichtet werden, dass ein glattes Herausheben möglich ist und Kernstücke oder abtrennbare Modelltheile thunlichst entbehrt werden können.

Fig. 59.

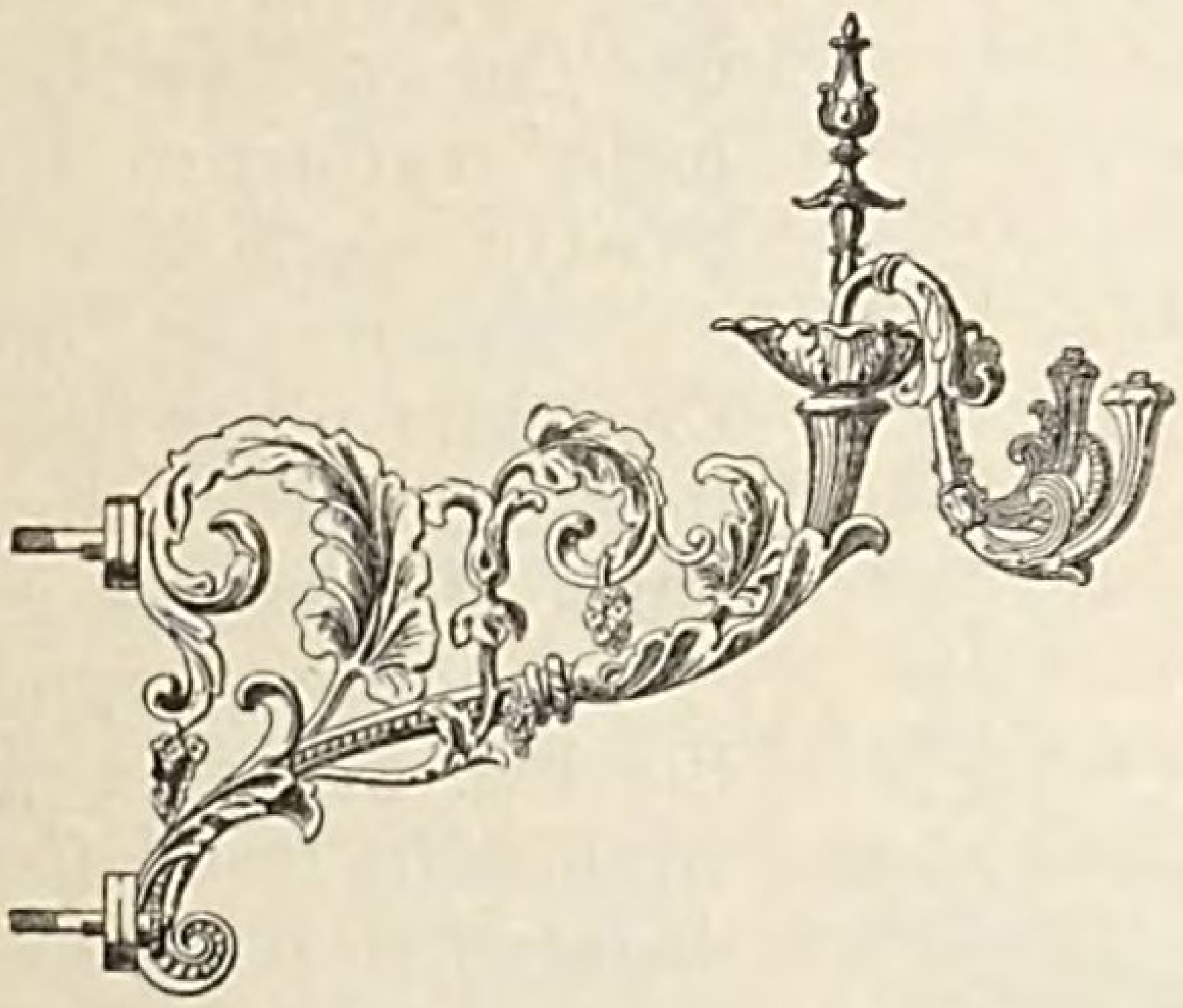
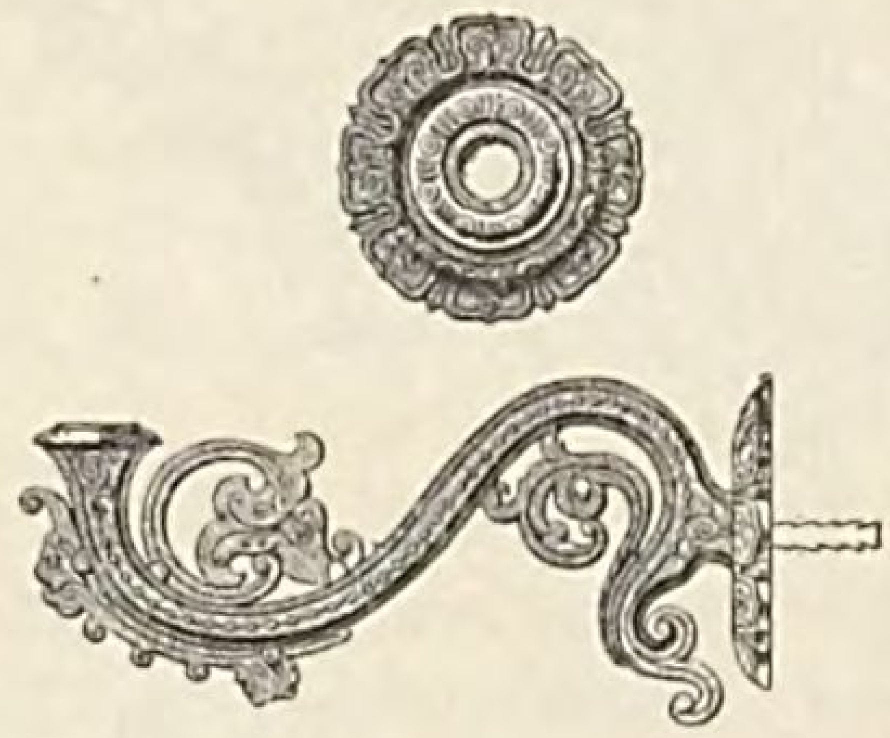


Fig. 60.



Die Gewichte derartiger Dinge wechseln ziemlich je nach Grösse und Bestimmung. Gas- und Laternenarme für das Freie, mit etwa 750 mm und mehr Ausladung, haben ein Gewicht von 22—50 kg, je nach Stärke und Breite des umgebenden Winkelrahmens, sowie des Maueranschlages, der bei Laternen an Haus- oder Mauerecken besonders kräftig zu halten ist.

Die kleinen Muster bewegen sich zwischen 1 und 15 kg Gewicht und werden, wie Alles in neuester Zeit, besonders leicht gegossen.

Was nunmehr die Herstellung von Stützen oder Consolen aus Gusseisen für den Hausbau anlangt, so ist die Benutzung derartiger Bauelemente nicht mehr so verbreitet, wie in älterer Zeit. Die Concurrenz von Cement und Gyps macht sich hier im Interesse der Billigkeit, sowie der Zeitersparniss unangenehm geltend und eiserne Söller und Balkone sind viel verdrängt worden.

Man steckt heute oft ein paar alte Eisenschienen oder Träger in die Wand und hängt hohle Cement- resp. Stuckconsolen darauf, welche den äusseren Eindruck massiver Steinmassen machen und erheblich billiger als gusseiserne Consolen, auch leichter zu erneuern sind. Besonders ist man im Norden und in Grossstädten von den offenen eisernen Balkons abgekommen; in milderen Klimaten dagegen werden verhältnissmässig mehr dergleichen Constructionen noch heute ausgeführt.

In Verbindung mit anderen Eisenconstructionen dürfte die Balkonstütze oder Console noch eher angewandt werden, und es ist dann zu erwarten, dass auch die Ausladung und das Verhältniss der beiden Schenkel des Consolrahmens geschickter angeordnet und bestimmt werden, als man es noch vielfach findet.

In den Figuren 61 und 62 sind zwei ältere, nach Schinkel'schen Vorbildern modellirte Balkonstützen in antikem Geschmacke dargestellt.

Fig. 61.

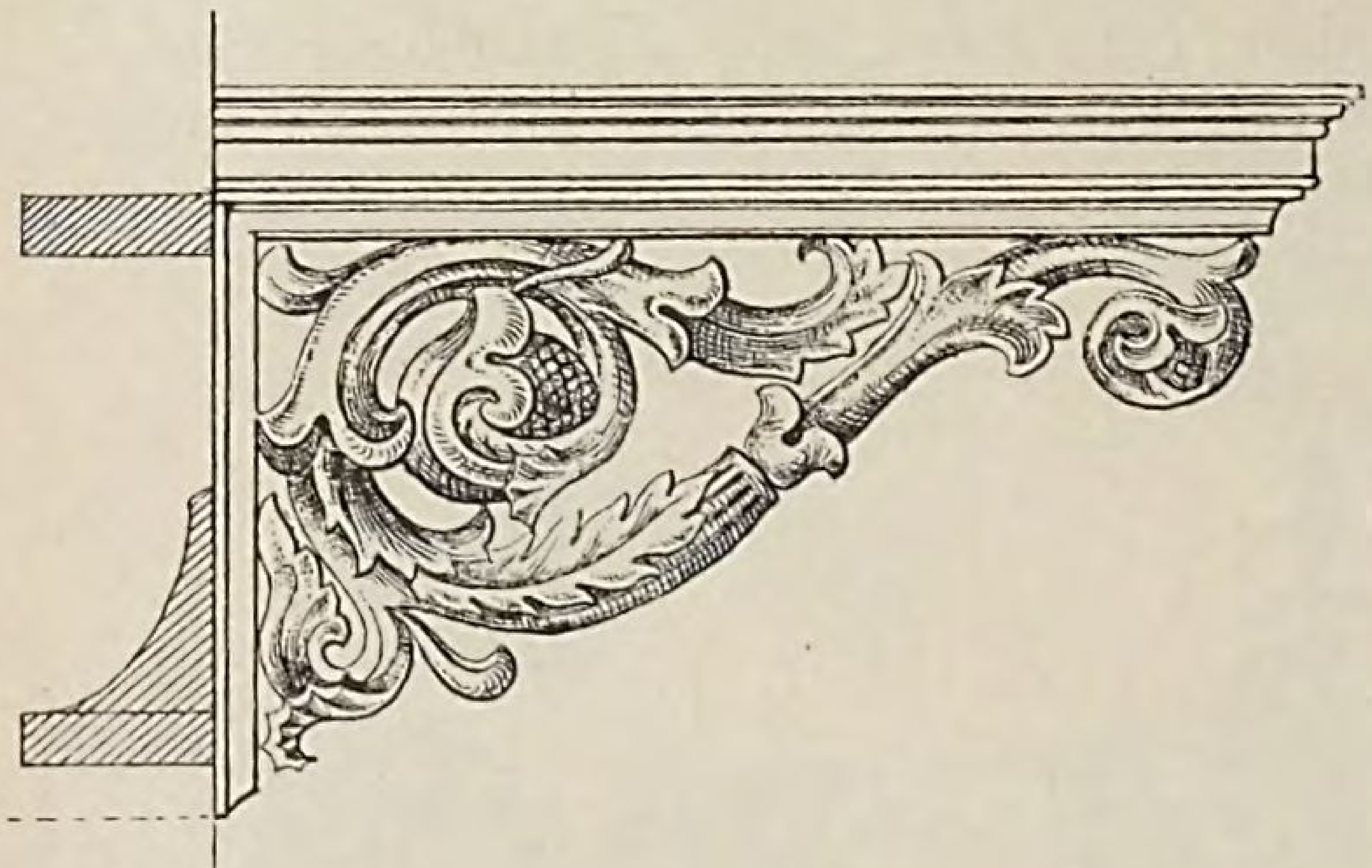


Fig. 62.

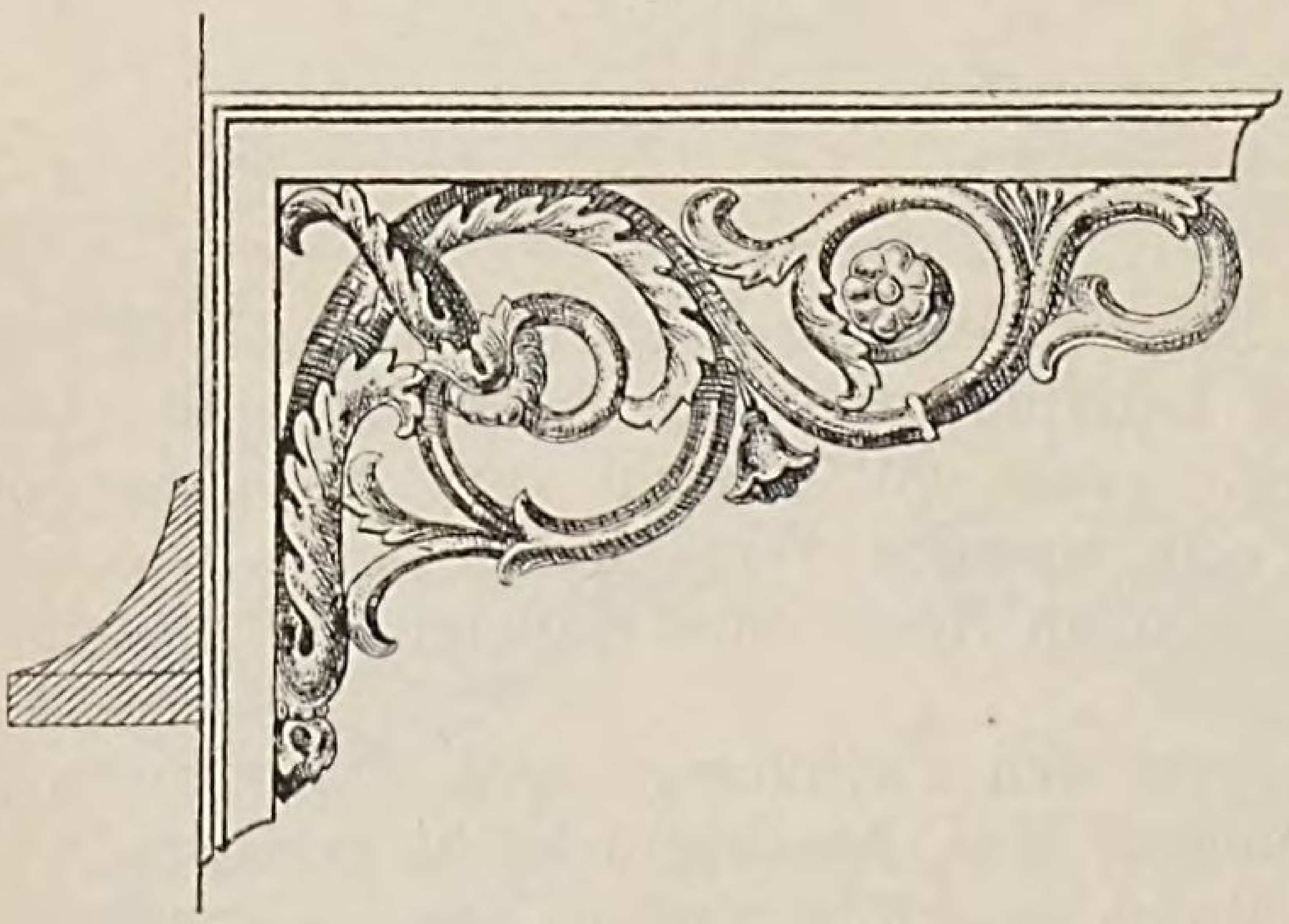
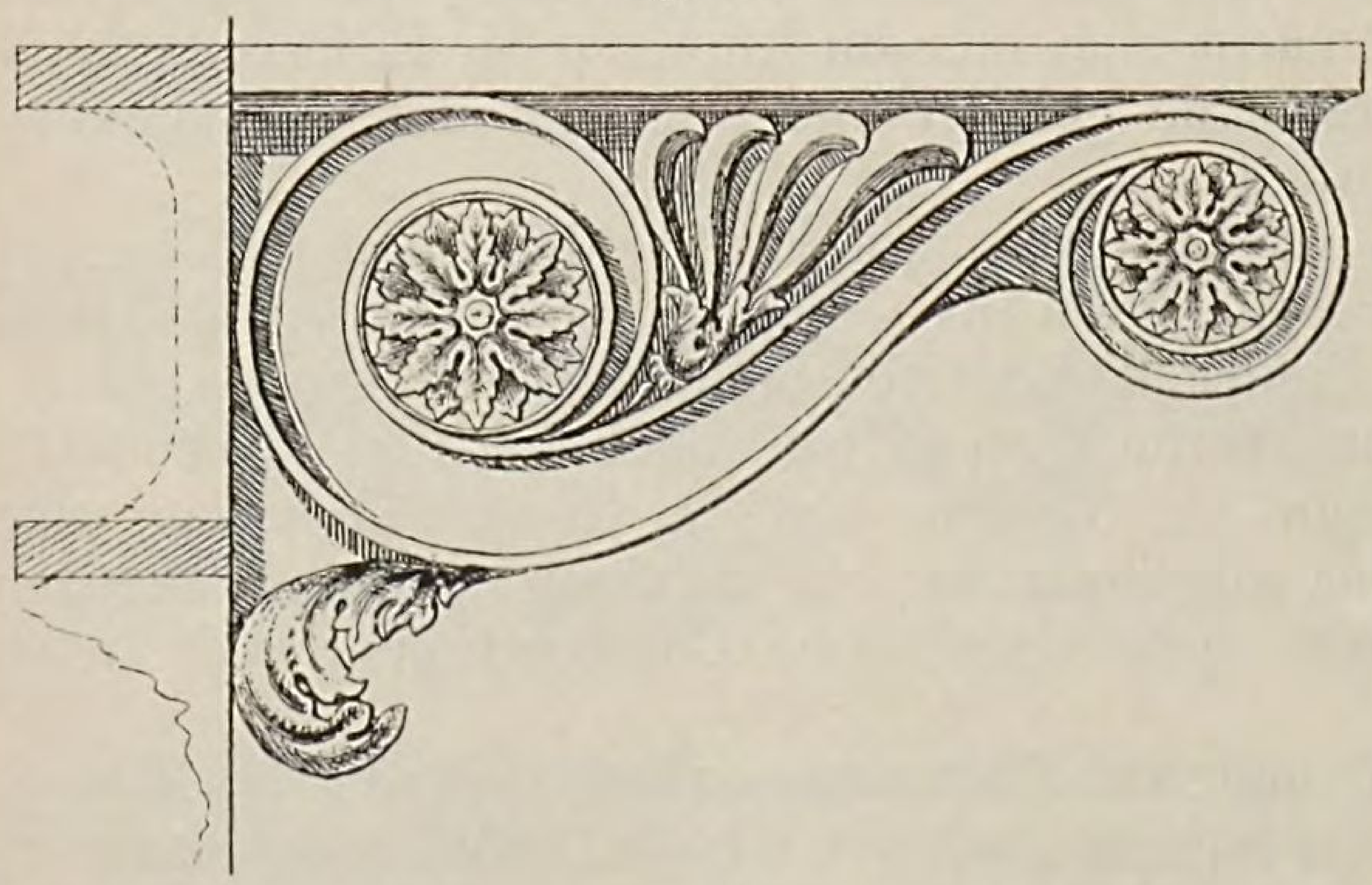


Fig. 63.



Das Muster Fig. 61 unterscheidet sich, abgesehen vom Charakter der Verzierungen, von dem Muster Fig. 62 noch dadurch, dass in Ersterem die Verzierungen mehr nach der Symmetrieebene der Console, in Letzterem mehr nach der Consolbreite verstärkt sind.

Erstere ist mehr im Charakter eines flachen Reliefs, Letztere mehr in dem eines Hochreliefs gehalten. Dadurch ergiebt sich für Fig. 61 ein kräftigerer Anblick im Profil, für Fig. 62 dagegen in der Verkürzung von vorn; doch ist bei durchbrochenen Consolen die letztere Ansicht immerhin nur eine dürftige. Dieses Bedenken führte ausser zu der gelegentlichen Benutzung von zwei Stützen mehr oder weniger dicht neben einander auch zu Kunstgriffen, wie sie die Fig. 63 zeigt. Hier bildet sich das Ganze aus zwei gegossenen Halbseiten des eigentlichen Consols und einer von Zinkblech hergestellten aufgerollten Stirnfläche; eine solche Anordnung ist, streng genommen, ebensowenig zu rechtfertigen, als die Anwendung von Cement, aber immerhin kommt das Metall darin mehr zu seinem Rechte. Man könnte ja auch die Volumenfläche selbst in Eisen giessen oder sich auf andere Art helfen.

Wie und in welcher Weise überhaupt das Gusseisen am Besten zum Tragen von Balkons anzuwenden wäre, ist hier schwer zu sagen; die mit einander durch Träger verbundenen Säulen einer Halle würden am Besten sich auch von der Vorderseite ausnehmen. Vielleicht gelingt es mit der steigenden und an einzelnen Stellen schon weit gediehenen Anwendung des Baugusses immer mehr, die einzelnen Winkel und Consolen der jetzt beliebten Anordnung von Balkonunterstützungen mit einander durch passende Zwischenglieder zu verbinden, welche der ganzen Zusammenstellung auch von vorn her ein volleres Aussehen geben.

Ein sehr wichtiges Glied in der Gruppe der Baugusswaaren, vielleicht neben den Säulen und Pfosten das wichtigste, bildet der Balken oder Träger, wenn auch das Gusseisen im Allgemeinen nicht das verbreitetste Trägermaterial ist, sondern das Schmiedeeisen verschiedenster Herkunft, weil dessen Widerstände gegen Zerbrechen günstiger sind, als die des Gusseisens.

Nichtsdestoweniger erscheint es am Platze, aus einer früheren nicht veröffentlichten Studie des Verfassers über einen etwaigen Kunststyl des Eisens einige Mittheilungen über den genannten Bautheil, seine beste Gestaltung und formale Behandlung zu machen, die anregen können.

Da Vieles von dem darin Gewünschten eingetroffen ist und der Fortbildung bedarf, auch die Giessereien das Interesse haben, unablässig an der Verbreitung der bautechnischen Verwendung des Gusseisens weiter zu arbeiten, sind die damals aufgestellten Ableitungen vielleicht nicht ganz ohne Werth.

Der Charakter des Trägers im Gegensatze zum Gewölbe findet sich ausser bei der Holzarchitektur recht typisch ausgeprägt in den Steinbalkendecken der alten Architektur und tritt namentlich im dreigliedrigen Architrav griechischer oder römischer Tempelfaçaden deutlich hervor. Um das Maass des Widerstandes dem Auge vorzuführen, machte man diesen Architrav hoch und liess ihn scheinbar aus drei etwas über einander hervortretenden Steinschichten bestehen, auf denen sich alsdann die Balkenköpfe auflegten, durch Triglyphen ebenfalls symbolisch charakterisirt.

Die Tektonik der Hellenen hat uns für den Steinbau, mit Holzdeckeln wahrscheinlich ursprünglich combinirt, ein voll ausgebildetes, in allen Aeusserlichkeiten motivirtes Constructionssystem hinterlassen, das ja viele Jahrhunderte lang die Herrschaft behauptet hat und noch heute ein mustergültiges Vorbild für bestimmte Voraussetzungen ist.

Später haben der römische Gewölbebau, dann die mittelalterlichen Gewölbeconstructionen, die Deckenbauten der Mauren u. s. w., die antiken classischen Motive mehr und mehr von der Construction ab- und in das Gebiet der Decoration, der Façadenbildung u. s. w. gedrängt. Zu allen den Wandlungen ist nun auch noch die Anwendung metallischer Bauglieder getreten, und es ist für den Gusswaarenhersteller wie für den Entwerfer nicht ohne Interesse, die ursprünglichen Steinbalken und die Eisenbalken zu vergleichen, um den weiten Abstand bei der Behandlung beider und die grosse Schwierigkeit zu erkennen, Architekturformen überhaupt auf Metallfabrikate zu übertragen.

Der eiserne Balken, für dessen Tragkraft, den Elasticitäts- und Festigkeitsgesetzen zufolge, die Höhe seines Profils wichtig und ihr gewissermaassen proportional ist, bedarf nur einer geringen Stärke, während der Steinbalken hinreichend stark sein musste, um sein eigenes Gewicht ohne Gefahr für seine Festigkeit tragen zu können.

Da dies erst bei beträchtlichem Querschnitte eintritt, so folgt daraus, dass die Massen eines Steinbalkens und eines eisernen Trägers sich kaum vergleichen und die Maasse derselben sich nicht auf einander übertragen lassen.

Wegen der Massigkeit des Steinbalkens gewinnt der Beschauer desselben einen falschen Eindruck von seiner relativen Festigkeit, welche an sich nur gering ist und durch stets vorkommende und unbemerkte Structurunregelmässigkeiten in gefährlicher Weise gemindert werden kann.

Der schwebende oder freiliegende Theil der Balken in den Bauwerken der Alten war deshalb nur klein im Vergleiche zu der Höhe des bedeckten Raumes; das geringe Intercolumnium, d. h. die Entfernung eines Säulenmittels vom anderen in einer geräumigen Säulenstellung, kann eigentlich als Normalmaass für die zulässige Spannweite einer Steinbalkendecke gelten.

Die Metalle, besonders das schmiedbare Eisen, ermöglichten ganz andere Leistungen, ohne die gleiche Massigkeit in der Ausführung zu beanspruchen, und eigneten sich deshalb vorzüglich zu Balkenconstructionen, welche weite Räume decken helfen und dabei noch vielleicht ganze Stockwerke tragen oder in anderer Weise in Anspruch genommen werden sollen.

Die Ingenieurbauten der Neuzeit haben wohl die riesenhaftesten Anwendungen der Art hervorgebracht, denn die bewunderungswürdigen Gitter- und Röhrenbrücken, die Träger und Binder der Bahnhofshallen u. s. w. sind weiter nichts als geniale Anwendungen des Balkens.

Der eiserne Balken wird in seiner einfachsten Form dazu benutzt, um eine Oeffnung in der Hauswand zu tragen, wo ein Gewölbe nicht hergestellt werden kann oder soll. Man bringt ihn über den Thüren oder Fenstern an und legt ihn mit beiden Enden in die Mauer hinein.

Sobald der Balken in dieser einfachsten Form auftritt, erscheint er vielfach noch als flachgelegte Platte; anders, wo seine Hauptbestimmung ist, Mauerfronten zu tragen.

Wenn die unteren Räume eines Hauses zu ausgedehnten und zusammenhängenden Geschäftssälen oder Waarenlagern benutzt werden sollen, erscheint es oft zweckmässig, die Anlage von Zwischenwänden zu vermeiden.

Gleichzeitig aber ist häufig nothwendig, grosse Schaufenster herzustellen, welche die Verwandlung der Strassenfront in eine Wand von Spiegelscheiben am Wünschenswerthesten machen.

Die obere Front des Hauses ruht dabei nur auf den stehen gebliebenen Pfeilern der unteren Räume, und diese müssen alsdann durch starke Träger oder Balken verbunden werden, auf deren oberer Fläche die weitere Frontmauer in die Höhe steigt.

Diese Balken können nur aus Metall, d. h. von Eisen sein, denn selbst die festesten Steinarten bieten in der dabei gestatteten Stärke nicht hinreichende Garantie.

Der Architekt des Alterthums hätte nie gewagt, 3—6 Säulenzwischenräume durch Steinbalken zu überdecken, geschweige den Balken noch die Last von 3—4 Stockwerken aufzubürden.

Es ist richtig, zu sagen, diese Bauart sei erst durch den grösseren Verbrauch des Eisens entstanden, wie viele Dinge der Neuzeit.

Anstatt nun aber, wie es sich geziemt, den Eisenbalken dem Beschauer zu zeigen, wurde derselbe vielfach mit Mauersteinen verbaut und gefüllt und dem Ganzen durch einen farbigen oder weissen Cementputz das Aeussere eines Steinbalkens gegeben.

Hierdurch wurde das erste aller architektonischen Principien verletzt, das der Wahrhaftigkeit, das der Harmonie in Stoff und Form, ein Princip, welches allerdings diese Verletzung in gewissen Perioden der Neuzeit öfters erfahren musste.

Man behauptete damals vielfach, der Eisenträger dürfe aus ästhetischen Gründen nicht ans Tageslicht kommen; hätte man gesagt, hauptsächlich wegen seiner unästhetischen Form, so läge in der Angabe des Grundes auch die Angabe der Abhülfe.

Wenn man den Eisenträger so entwirft, dass er einen ästhetischen, d. h. einen schönen und seiner Bestimmung entsprechenden Eindruck auf den Beschauer macht, fallen alle Gründe, den Träger zu verbergen, in sich zusammen.

Natürlich darf er nicht als Mauergesims geformt sein und in der Fortsetzung der Mauerfläche liegen, sondern muss unter die Mauer treten und seine eigene Profilirung haben.

Diese Profilirung, sowie die übrige Verzierung müssen so mässig sein, dass der Beschauer beim ersten Anblicke des Balkens auch sofort die Leistung desselben begreift und ermisst.

Dass man in dieser wirklich künstlerischen Weise die Eisenbalken in das Ganze des Baues einfügen müsse und könne, davon haben manche der heutigen Baumeister noch immer keine klare Ahnung, obschon es in dieser Hinsicht viel besser geworden ist. Früher kam es dagegen nur bei dem inneren Ausbaue der Wohn- und anderen Gebäude vor, dass man dem Aeusseren des Balkens oder Trägers einige Sorgfalt und Mühe zuwendete.

Es erscheint diese lange dauernde Nichtachtung kaum glaublich, besonders wenn man die leichte Herstellung jeder beliebigen Form im Wege der Metalltechnik, namentlich des Gusses, betrachtet und dann berechnet, wie leicht sich in einer baulustigen Stadt, wie z. B. Berlin und andere grosse Städte, eine Auswahl gut entworfener Balkenmuster für die verschiedenen constructiven Aufgaben schon frühzeitig hätte einrichten lassen, ohne durch unnütze Modellkosten dem Einzelnen die Anwendung des Eisens in geschmackvoller und künstlerisch durchdachter Art zu erschweren.

Bei Treppenbauten aus Eisen, wie sie das für den architektonischen Guss besonders wichtige Werk Lauchhammer schon frühzeitig geliefert hat, wie sie neuerdings auch von anderen Werken Deutschlands u. s. w. geliefert werden, ist man bald zu bestimmten Verhältnissen der Breiten u. s. w., sowie zu einem wohlaussehenden Substanzprofile gelangt, das sich ganz gut auch auf den Aussenbau des Wohnhauses anwenden liesse.

Wer da weiss, wie schwer in einer einmal bestehenden praktischen Thätigkeit die Routine zu überwinden ist, um etwas Neues oder zweckmässig Scheinendes einzuführen, wird ermessen, dass, trotzdem seither manche Fortschritte in der Anwendung eiserner Bauelemente gemacht worden sind, noch viel zu thun übrig bleibt.

Bei dieser Darlegung des Widerstandes, den die Anwendung des Eisens als offen auftretendes Balkenmaterial zuweilen noch erfährt, ist nicht zu vergessen, dass ein anderer, vielfach gegen Eisenbau überhaupt ins Feld geführter Umstand, welcher aus der dem Wetter ausgesetzten Exposition schwacher Eisenconstructionen sich ableitet, sich beseitigen lässt, sobald man nur daran denkt, dieses ernstlich zu wollen.

Eisen leitet die Wärme sehr gut und beschlägt sich, wenn es zwei verschieden warme Räume trennt, auf der wärmeren Seite mit condensirter Feuchtigkeit, die abzutropfen geneigt ist, und welche die anschliessenden Constructionen verunreinigt und schliesslich verdirbt.

Steht der eiserne Balken in der dicken Mauer, so ist der Einfluss der Witterung nicht so zu spüren, obgleich auch Mauern diese Eigenschaft haben, wenn sie, beim Baue schlecht getrocknet, einen permanenten Feuchtigkeitsgehalt besitzen, der sie zu besseren Wärmeleitern macht.

Bei Eisenconstructionen lässt sich dem Uebelstande ausserordentlich leicht abhelfen, wenn man bei der Anordnung der Eisenbalken das Princip verfolgt, den Träger nicht als oberstes Fensterrahmenstück zu benutzen, sondern erst in geringer Entfernung dahinter das eigentliche Fenster legt oder die Wandfüllung, in der das Fenster angebracht werden soll.

Durch Traufrinnen, wie die Alten sie bei jedem Dachgebälke angewendet, um die Beschädigung der verzierten Bauglieder zu verhüten, kann man auch jetzt noch das in den kühleren Klimaten unvermeidliche Schwitzen des Eisenbalkens ungefährlich und nicht belästigend machen.

Je weiter man den Eisenbalken nach Aussen legt, je sichtbarer man denselben macht, um so weniger wirkt die Temperatur der Aussenluft nach innen zu; ordnet man aber die Construction so, dass der Balken etwas für sich Bestehendes ist, und baut dahinter erst die Füllung der Wand ein, so liegt der ganze Balken in der Aussenluft und kann gar nicht mehr condensirend wirken.

Die möglichste Selbständigkeit ist mithin auch hier Abhülfe geworden, und es handelt sich nach diesen einleitenden Worten nur noch um die Gestalt, welche der Eisenträger annehmen soll.

Die einfachste Form des Trägers ist die gerade, so dass er, an Ort und Stelle untergebracht, sowohl auf der Ober- als auf der Unterseite mit einer horizontalen Linie abschneidet.

Diese Form ist gleichzeitig die wichtigste; sie bringt dem Beschauer die Function des Balkens am Besten zur Anschauung und erfüllt dadurch eine erhebliche Forderung der architektonischen Aesthetik.

Die Verzierung eines solchen Balkens kann in verschiedener Weise, z. B. mit horizontalen Gesimsen geschehen, gegebenenfalls mit Ausfüllung der Letzteren durch Blätterreihen, Eierstäbe, Bändergeflecht, Mäander u. s. f., Alles Verzierungen, welche schon die Alten für die horizontalen Bauglieder angewendet haben und welche uns auch neben neueren Verzierungen stets als Muster gelten können.

Die Gesimse erweitern die Masse des Balkens nach oben hin zur flachen Auflagerfläche für das Getragene in der Art eines Deckengesimses und erfüllen nach unten hin das Gegentheil; sie vermitteln den Uebergang der Substanz in eine frei schwebende Kante.

Die tafelartige platte Hauptfläche des Balkens muss möglichst glatt bleiben; am Besten wird sie verziert, wenn eine leichte Mäander- oder eine fortlaufende Rankenverzierung in der Mitte auf der Fläche liegen.

Die Kraft der Gesimse, d. h. ihre Ausladung u. s. f., richtet sich nach der Last, die zu tragen ist, und nach deren Profilirung. Ist der Balken über dem Erdgeschosse, so muss er bedeutender erscheinen als über dem ersten Stocke, der aber wiederum um Vieles bedeutender ist als über dem zweiten Stocke u. s. f.

Ist das Gebäude stark profilirt, so müssen auch die in der gedachten Weise etwa anzubringenden Eisenträger kräftige Linien von guter Licht- und Schattenwirkung zeigen und sich in der Anordnung der Profile dem Grundstyle des ganzen Baues, wenn ein solcher vorhanden und zu erkennen ist, unterordnen.

Die oberen Gesimse müssen natürlicherweise stärker erscheinen und sollen aussehen, als wüchsen sie unter dem Drucke der Last hervor; die unteren Gesimse unterstützen diese Wirkung, indem sie in elastischem Umrisse den Stoff des Balkens auf sich selbst zurückzuziehen scheinen, um ihn nach oben zu drängen und zu treiben.

Der möglichsten Ausbildung der Profile tritt im Falle der ausschliesslichen Gusseisenverwendung eine durch die Herstellung der Gussform gebotene Rücksicht hemmend entgegen.

Es ist nothwendig, dass keine unterschnittenen Gesimse vorkommen, da die Anwendung von Kernstücken den Guss unnöthig vertheuern und das Theilen des Modelles in Grundform und einzelne aufgestiftete Gesimsleisten, die Haltbarkeit des Modelles, sowie die Schönheit des Gusses beeinträchtigen kann.

Dieser Mangel an Freiheit in der Formgebung kann durch eine stärkere Ausladung der sonst unterschnittenen oder durch ein Zurückweichen der nächstliegenden unteren Gesimsstücke compensirt werden. Man ist dadurch im Stande, jede Lichtwirkung in der beabsichtigten Stärke herzustellen.[1])

Das Auflegen solcher Balken in der Wand geschieht am Besten dadurch, dass man die Enden oben und unten schaufelförmig verlängert und durch eine Art Rippe diese beiden schaufelförmigen Fortsätze verbindet.

Es bleibt dabei noch zu überlegen, ob nicht der ganze Balken so construirt werden soll, dass sein Profil an sich schon eine genügende Auflagerfläche bietet.

Denkt man sich den Querschnitt, wie fast gewöhnlich, als ein doppeltes T, so gewinnt die Wirkung durch das grössere Hervortreten der Ober- und der Unterrippe mehr als durch die stärksten Gesimsprofile.

Die Profile, welche durch die Cohäsionskräfte geboten erscheinen, sind leider nicht immer klar in Anwendung zu bringen, denn danach

1) Am Besten geht dies bei zusammengesetzten Trägern, wie später gezeigt werden soll.

müsste der Kreuzbalken bereits genügen. Bei dem Gusseisen liegt die Querrippe unten, bei dem Schmiedeeisen dagegen oben.

Da der Balken aber Mauern tragen und eine Auflagerfläche besitzen soll, so erscheint die Anwendung des doppelt T-förmigen Querschnittes unerlässlich und hat die Praxis dies auch bestätigt.

Von der einfachen Trägerform zu den complicirteren übergehend, findet man zunächst solche, welche eine Gewölbelinie nachahmen sollen. Da aber auch hier der Träger wirklich belastet werden soll, so stellt er sich als ein aus zwei Gesimskörpern, dem oberen geraden und dem unteren geschwungenen, zusammengesetztes Stück dar; die Verbindung beider Gesimsträger oder Gurten wird an den Seiten durch pfeilerartige Rahmenstücke und in der Mitte durch eine lebendig gehaltene Verzierung hergestellt.

Diese **bogenförmigen Träger** erscheinen überall da angebracht, wo keine Mauermassive von vielleicht mehreren Stockwerken zu unterstützen sind, sondern wo nur ein Dach oder eine Decke durch Reihen von Säulen getragen werden sollen, aus deren Capitälen alsdann die Gurten der Träger emporsteigen.

In der That findet man diese Form der Träger bei der Anlage von Hallen, z. B. über Eisenbahnsteigen, vor Kaffeehäusern, in Vergnügungsorten, wo nur ein leichtes Dachgespärre darauf ruht; ferner bei dem inneren Ausbaue von hallenförmigen weiten Räumen, wo eine Theilung der Decke schon durch die mehr oder minder zahlreiche Anlage von Säulen geboten erscheint und wo man diese Nothwendigkeit benutzt, um die Decke durch verzierte Gurtträger zu schmücken.

Die Gesimse und die Füllung dieser Träger sind selbstverständlich dem Baustyle des Hauses entsprechend zu verzieren, und auch die Form der Bogen richtet sich danach.

Man wird aber diese Consequenz nicht so weit treiben, dass man einerseits Material verschwendet, andererseits Raum verliert, sondern man wendet meist flache Formen an, wie sie auch an den Fensterstürzen gewölbt werden.

Die Fälle, wo der volle Halbkreis- oder der normale Spitzbogen in Verwendung kommen, sind selten, und man giebt für antikisirende Style flache Kreisbögen, für den gothischen und maurischen Styl flache Spitzbögen, sei es in strenger oder in phantastischer Form, wie es der Zweck verlangt.

Die Profilirung der Gesimse ist denn auch bei den Bogenträgern eine wesentlich andere als bei den geraden Balken.

Da die Bogenträger selten grosse Lasten tragen dürfen, so erhalten sie keine Auflagerbreite, sondern nur ein schmaler Steg endet nach oben hin das Profil, welches leicht gegliedert sein kann und nur durch die stark austretenden Linien den Druck anzeigen darf, den der Träger überwindet.

Es ist hier das Hauptaugenmerk auf den gebogenen Gurt zu richten, der vorzugsweise der tragende Theil ist, wogegen der obere waagerecht liegende Stab nur das Bauglied abgrenzt und den Uebergang des schlank gehaltenen Trägers in den darüber liegenden Holzbalken oder Sparren vermittelt.

Die Füllungen der Winkel, welche zwischen dem oberen und dem unteren Gurt, sowie den Seiten des Trägers entstehen, können in beliebiger Weise gedacht werden; durchbrochen oder voll, mit aufgelegten Mustern, doch immer ausser jeder organischen Verbindung mit dem Rahmen des Trägers.

Diese Absicht erreicht man am Besten, wenn man die Füllungen recht schwach hält, so dass sie gegen die kräftigeren Profile der Haupttheile zurücktreten, und dass jede innigere Verbindung selbstverständlich unmöglich erscheint.

Man hat wohl mit jener reichen Phantasie, welche sich jetzt in den Gebilden der Kunstindustrie so häufig äussert, den ganzen Träger als Rankenwerk eines beliebigen, noch dazu recht barock gehaltenen Ornamentes construirt, so dass dem Beschauer unmöglich ist, die Widerstände gegen den Druck, sowie das siegreiche Emporstreben des Trägers in seiner Zeichnung zu finden.

Es ist, dies muss hier eingeschaltet werden, sehr leicht, eine ganz beliebige Zeichnung als Trägerform in die Wirklichkeit zu führen, sobald man den Profilen die nothwendige Stärke im Eisen giebt; ob aber durch ein solches Beginnen ein zur Existenz ästhetisch berechtigtes Kunstproduct erzeugt wird, muss dem Urtheil des Kenners anheimgestellt werden.

Bei der Anwendung von gusseisernen Trägern ist auch dafür zu sorgen, dass ihre freien Mitten nicht ausweichen können; sie sind also entweder gegenseitig oder mit der nächsten Wand abzustreifen. Dies geschieht am Besten durch den Belag, den man dem Trägersysteme giebt, oder durch zwischengeschobene Querträger, die das Ganze zu einer starren Verbindung machen. Diese Querträger können naturgemäss nur leicht sein und dürfen das System nicht unnöthig belasten. Man durchbricht sie deswegen ebenfalls und geht dabei rücksichtsloser zu Werke, als bei den Hauptträgern.

Oft macht man die Träger so, dass ihre Unterrippen bogenförmig geschwungen erscheinen; sie müssen dann aber in dem Scheitel des Bogens immer noch hoch, d. h. stark genug sein, um die verlangte Last zu tragen.

Eine Grenze, bei welcher der gusseiserne Träger anfängt, unvortheilhaft zu werden, ist schwer zu bestimmen; doch dürfte sich eine Spannweite von 2,5 m als die für den zierlichen Ausbau eben noch zu duldende ergeben, wobei dann die Träger circa 1,25 m neben einander zu liegen kommen müssen und von 1,25 zu 1,25 m wieder durch Querträger verbunden werden müssen. Das ist für Balkons auf Vorhallen oder Veranden das beste Verhältniss. Sind die Spannungen grösser, so legt man Säulen ein und gruppirt dieselben nicht in gleichen, aber in symmetrischen Entfernungen, indem man den Mittelspannungen die Maximalweite giebt. Dadurch erhält man den Eindruck der Leichtigkeit, ohne den der Festigkeit einzubüssen.

Um diese engen Grenzen der Verwendung des gusseisernen Trägers zu erweitern, sind verschiedene Wege eingeschlagen worden, die meist auf Verbindungen von schmiedeeisernen Gerippconstructionen mit gusseisernen, vorwiegend ornamentirten Theilen beruhen.

Die Methode, wirkliche Träger oder Trägerverbindungen aus Walzeisen mit einzelnen Gussstücken zu verzieren, lässt allerdings immer die Construction als Hauptsache, die Verwendung des Gusseisens als Nebensache erkennen, und die Thätigkeit der Giesserei steht hierbei in zweiter Reihe.

Einzelne der letztgenannten Anstalten haben, um dem Zweige des Baugusses grössere Ausdehnung zu geben, sich auch mit dem Entwurfe und der Herstellung kleinerer Bauconstructionen abgegeben und Grosses geleistet. Bekannt sind u. A. die in maurischen Stylarten gelieferten Kioske und Galerien, welche Lauchhammer nach den Entwürfen des bekannten v. Diebitsch seiner Zeit für die ägyptische Hofverwaltung geliefert hat, denen sich dann auch andere anschlossen. Aehnliches lieferten auch andere Werke, doch war es immerhin ein von Fall zu Fall geschehendes Bemühen, das Gusseisen baulich verwendbarer zu machen, kein auf einem bestimmten Grundsatze beruhendes Verfahren.

Als ein solches ist indessen in neuester Zeit eine Constructionsmethode von dem Eisenwerke Joly in Wittenberg a. E. bekannt geworden, welche gesetzlich geschützt ist, bereits weitere Verbreitung gefunden und in Chicago noch wiederholt prämiirt worden ist.

Der Grundsatz der Joly'schen Bauconstructionen ist die Verbindung von schmiedeeisernen Gurtungen mit dazwischen stehenden Stützen, in welchen wiederum zusammenhaltende Bolzen durchgehen, und mit schmiedeeisernen Diagonalen zwischen den Stützen.

Auf der beigefügten Tafel stellt Fig. 64 Durchschnitte und Grundriss eines solchen Joly'schen Trägers dar, wo a und a_1 die schmiedeeisernen Gurtungen, b die Stützen (die aber durch ornamentirte Felderstücke ersetzt werden können) darstellen, c die durchgesteckten Bolzen, welche die Gurtungen festziehen, und d die eingelegten, ebenfalls festgezogenen Diagonalen bedeuten.

Das für die Giesserei Bedeutungsvolle in der ganzen Sache ist nun dies, dass durch Ersetzen der Stützen mittelst reicher Verzierungsstücke verschiedener Art, die stets im Kerne einen der Bestimmung jener Stützen entsprechenden pfosten- oder säulenartigen Theil haben, Bauconstructionen von wirklich bestechender Wirkung hervorgebracht werden.

In Fig. 65, 66 und 67 sind einige Beispiele nach dem Musterbuche des Eisenwerkes Joly, deren Urstücke mit grösstem Entgegenkommen dem Verfasser zur Verfügung gestellt worden sind (wofür hier noch der verbindlichste Dank abgestattet wird), wiedergegeben, welche hinlänglich darlegen, was aus dem ursprünglichen Constructionsprincipe gemacht werden kann und gemacht worden ist.

Durchblättert man das Musterbuch, so findet man auch hübsche Deckenconstructionen, theils offener Art für Veranden oder geschlossenen Baues als Unterbaue für darauf zu legende Decken.

Eine weitere wichtige Anwendung findet das Princip auch als einseitig gelagerter Träger oder Stütze für Balkons oder Vorhallendächer. Fig. 68 zeigt eine solche Construction für Balkons, die sehr gut wirkt; weitere Beispiele bieten die Musterhefte.

Auch zu Treppen jeder Form ist das Trägersystem oder -princip Joly's benutzt worden, und Fig. 69 und 70 zeigen einfache und dem Zwecke entsprechende wie auch reich verzierte Anwendungen der Art.

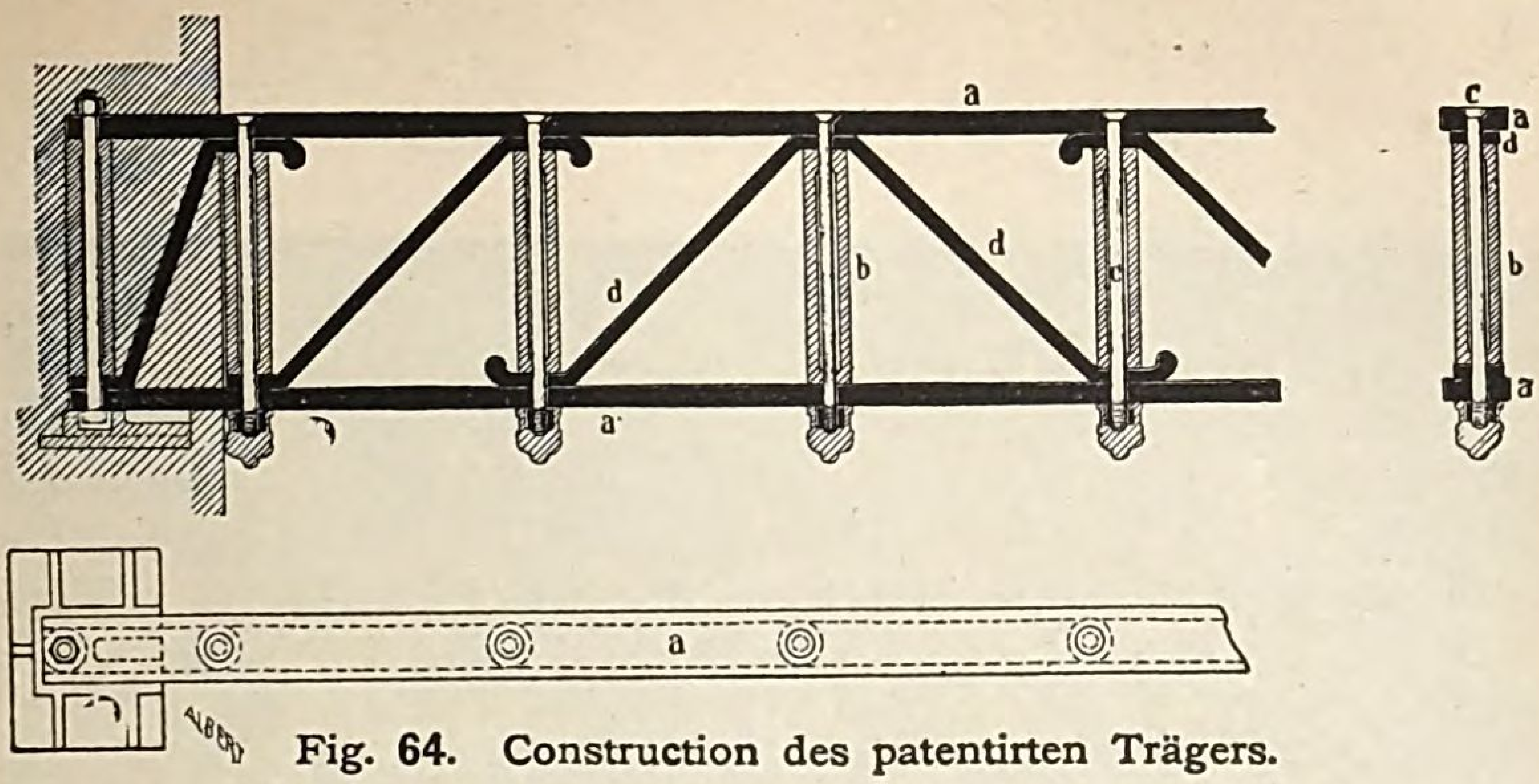


Fig. 64. Construction des patentirten Trägers.

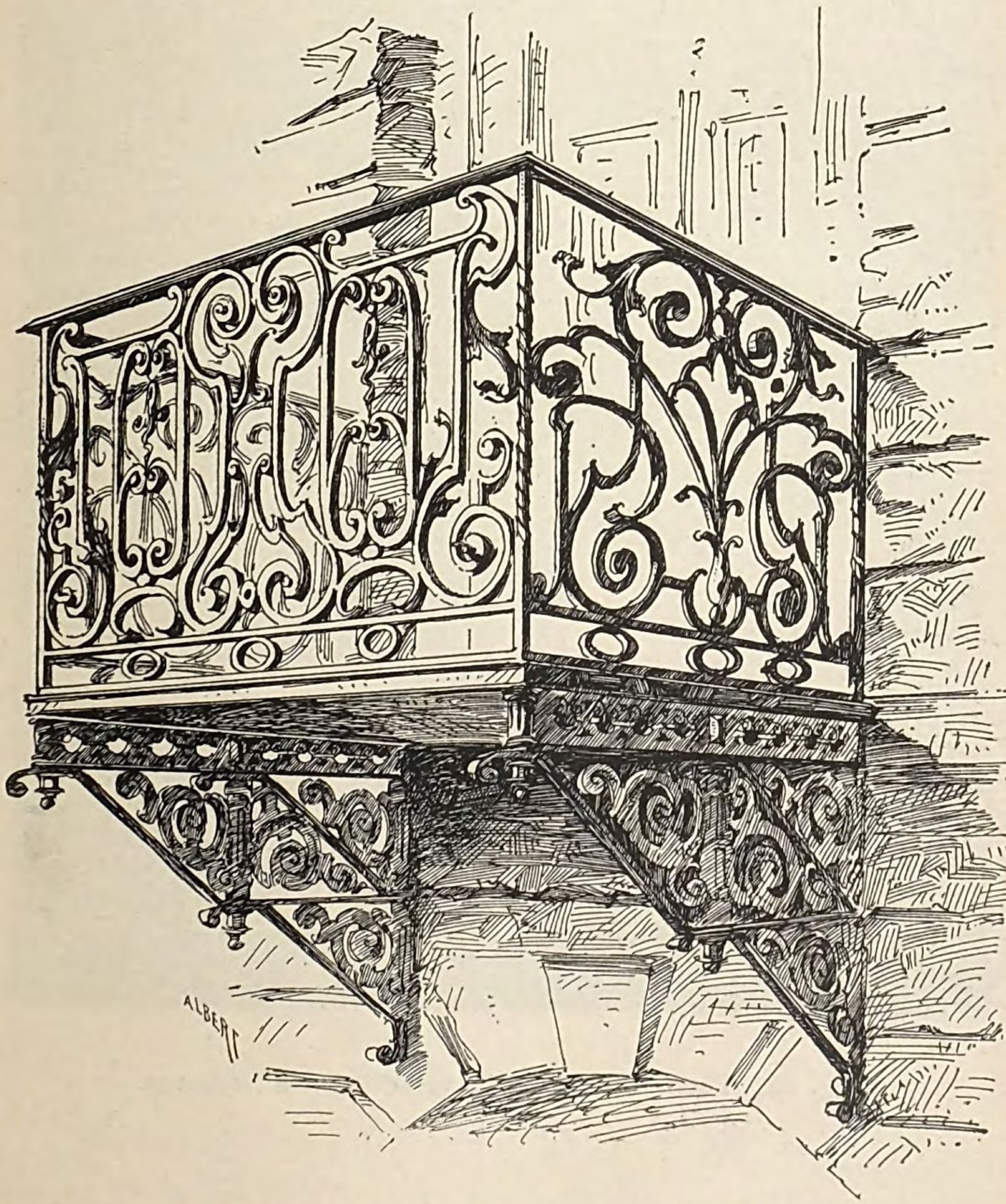


Fig. 68. Patentirte Consolträger bei einem Balkon.

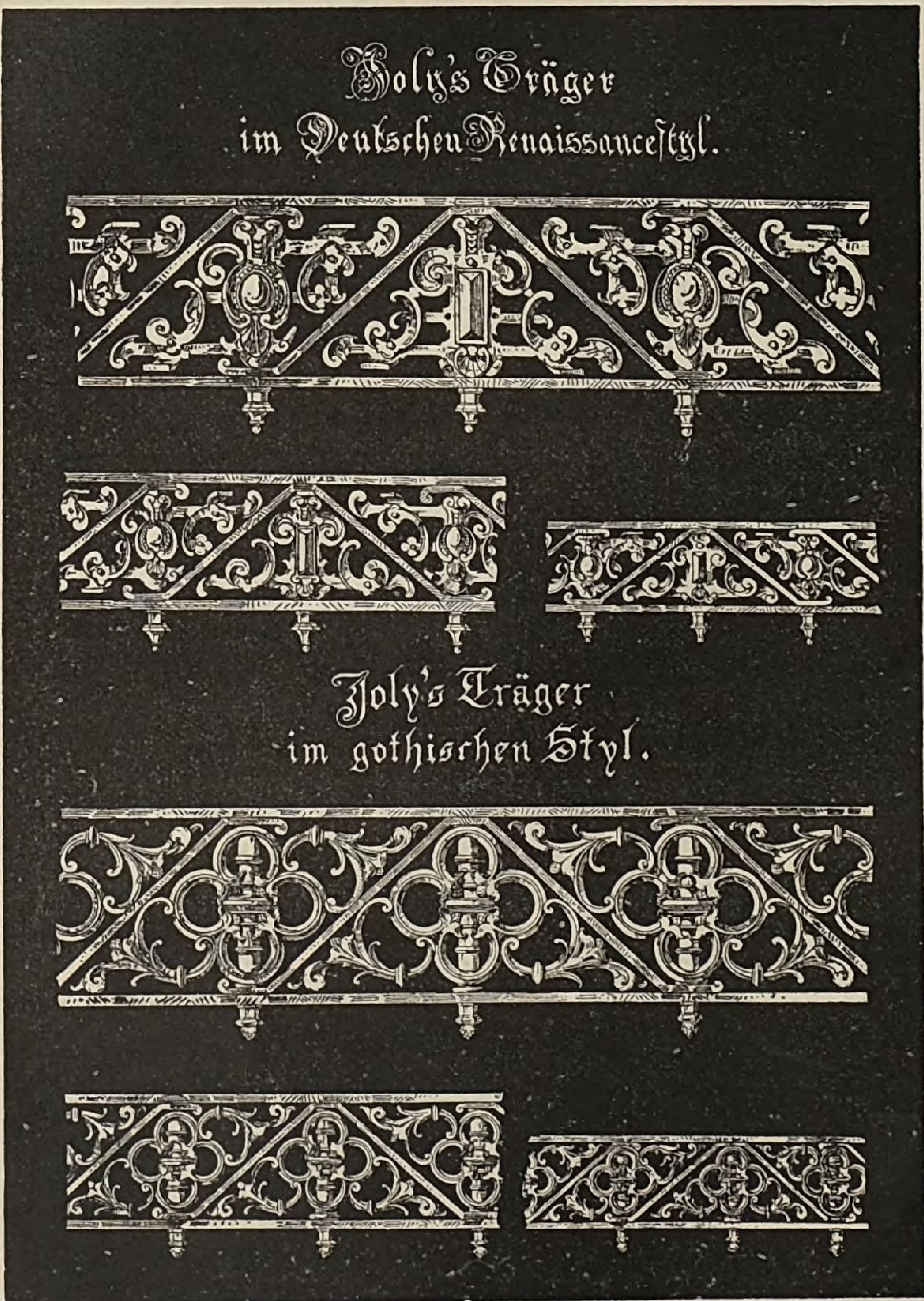


Fig. 65. Patentirte Träger in verschiedenen Stylarten.

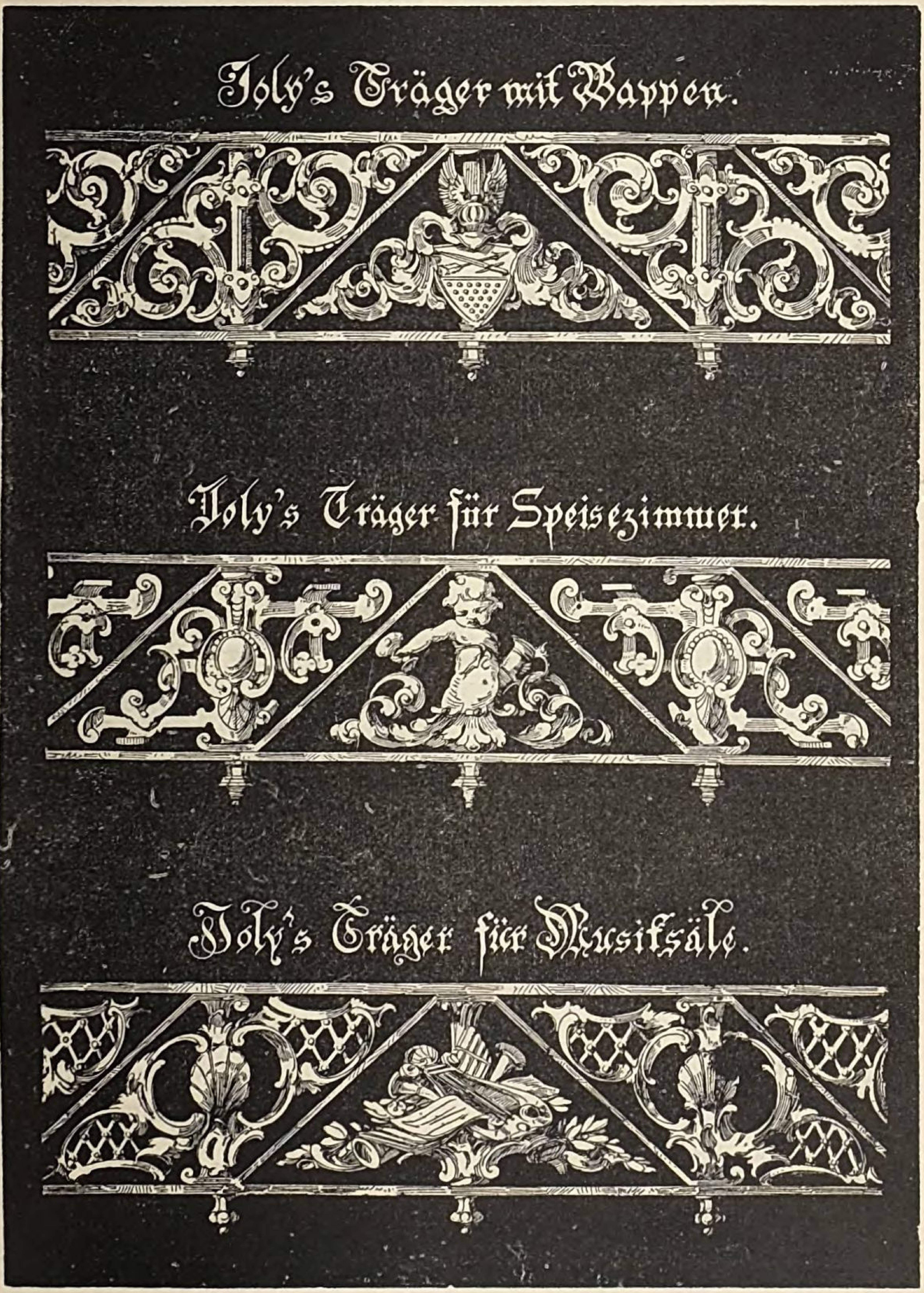


Fig. 66. Patentirte Träger.



Fig. 67. Patentirte Träger im arabischen Styl.

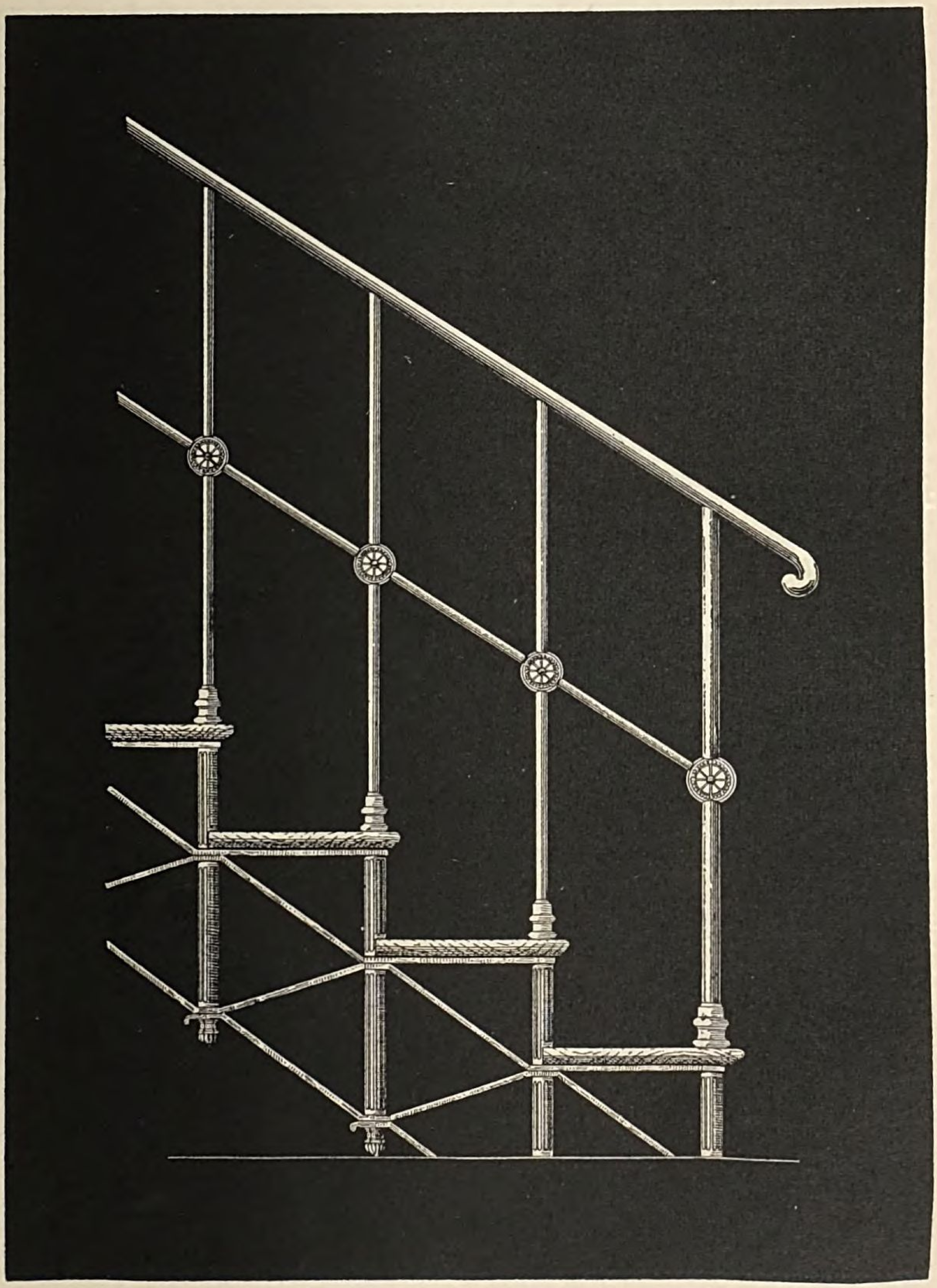


Fig. 69. Patentirte feuersichere Treppe für Kasernen, Schulen etc.
Geländer und Wangen Schmiedeeisen, Trittstufen Holz mit untergeschraubten vollen Blechplatten, Setzstufen volle Gussplatten.

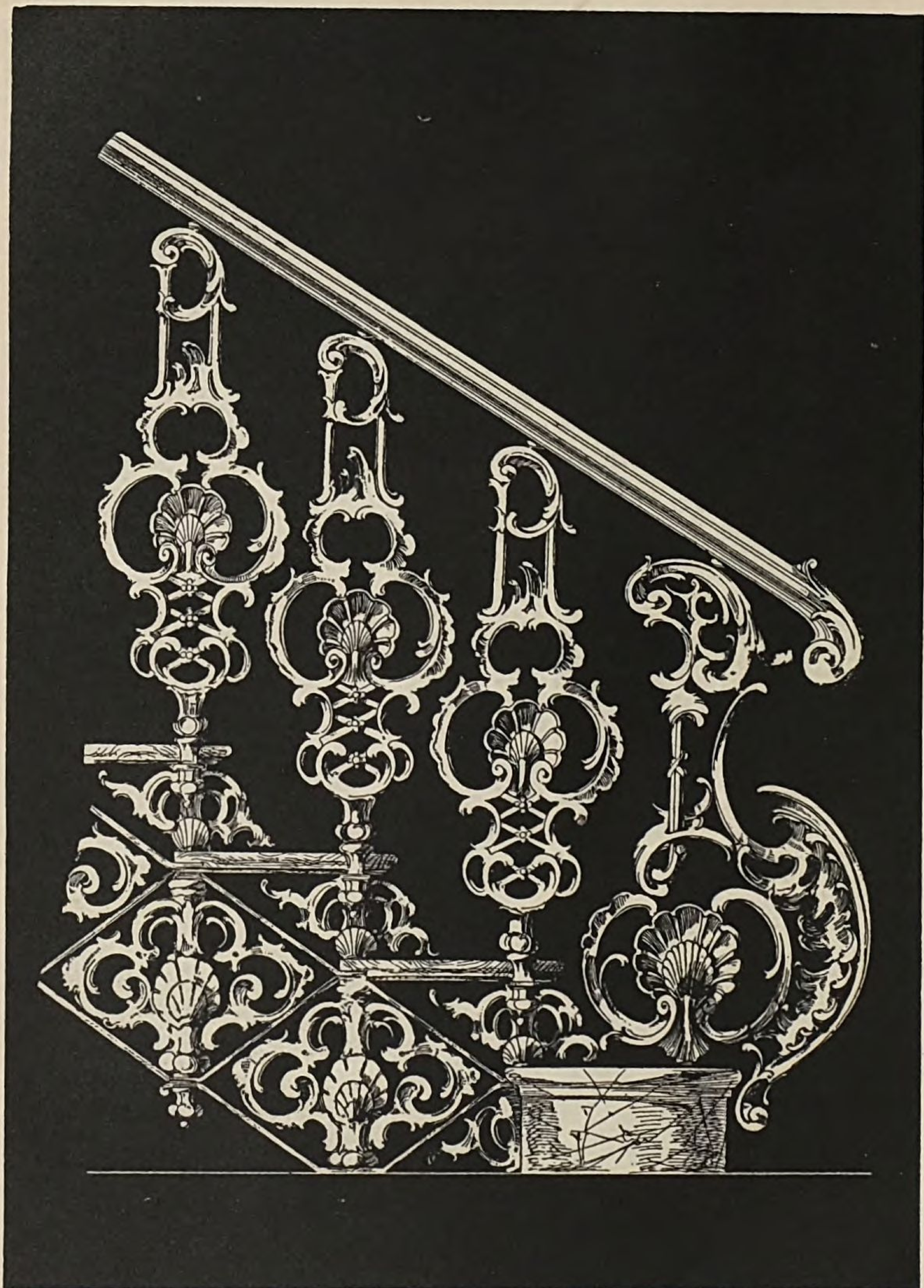


Fig. 70. Patentirte feuersichere Treppe (Rococo).

Geländer Kunstguss, Wangen Schmiedeeisen mit Gussornamenten, Trittstufen Holz mit Blechunterlage oder Stein, Setzstufen volle ornamentirte Kunstguss-Platten.

Auch Wendeltreppen, sowie gewundene Treppen in der Art des Rokoko- oder Barockstyles sind anscheinend zur Ausführung gelangt, wenigstens bieten die musterhaften Ausführungen solche Nachbildungen, wobei natürlich nur die Geländer und die Gitter zunächst in Frage kommen, da die alten Bauten, denen die Muster entstammen, durchweg Steinconstructionen sind.

Während die in dem Vorhergehenden besprochenen Methoden des Entwurfes sich auf Gegenstände von mehr künstlerischer Form beziehen, wären noch einige Worte über das Modellentwerfen zu anderen, in Gusseisen herzustellenden Gegenständen zu sagen, wenn nicht dabei zu sehr die Formereimethoden anticipirt werden müssten.

Nur über die allgemein bei der Theilung der Modelle, der Anlage der Kernmarken u. s. w. zu beobachtenden Grundsätze sollen noch Mittheilungen folgen, die sich jeder Techniker aus der Praxis ergänzen und vermehren kann.

Die Theilung der Modelle ist nöthig, sobald der Gegenstand nach jeder der drei Achsen hin eine so bedeutende Ausdehnung hat, dass die zwei- oder mehrtheilige Form, ohne verletzt zu werden, nicht vom Modell, sondern das Modell aus der Form gezogen werden muss.

Eine dünne Ofenplatte kann ganz in den Herd oder in den Unterkasten gelegt werden und besteht das Modell derselben aus einem Stücke. Hat sie dagegen hochkantige Rippen auf der einen, Verzierungen auf der anderen Seite, so müssen die Letzteren im Unterkasten, jene im Oberkasten abgeformt werden und ihrer Höhe wegen unter Umständen vom Plattenmodelle trennbar sein. Sie werden dann mit dem Oberkasten abgehoben und aus demselben besonders herausgezogen.

Eine Theilung ist auch nothwendig, weil die meisten Gegenstände, die in getheilter Form gegossen werden, sich beim Einformen schlecht auf die Modellbretter legen würden.

So hat man lange Zeit Gitter und ähnliche schwache, aber beiderseits verzierte Gegenstände getheilt, ehe man auf die Idee kam, ihnen den Gypsabguss ihrer äusseren Fläche als Unterlage zu geben.

Die Theilung der Modelle geht bis zu einer gewissen Grenze und man hat 2-, 3- und 4fach getrennte Modelle, bei denen noch ausserdem einzelne Stücke, die hervorragen, abgelöst werden können, ohne dass hier die Theilungsebene in einer bestimmten Beziehung zum allgemeinen Formentypus des Objectes steht. Solche lose Theile, die keinem Symmetriegesetze folgen, sind z. B.

die Henkel der Töpfe und Schüsseln,
die Stiele der Pfannen und Casserolen,
die Füsse der Tiegel und Ofengrapen,
die Flanschen mancher Rohre,
die Spunde und Ansätze derselben,
die Nabenscheiben der Getriebe und Riemenscheiben

und andere, über den allgemeinen Umriss des Haupttheiles hervorragende Theile des Gegenstandes.

Bei Skulpturen wird das Modell ebenfalls und bis zu einer gewissen Grenze getheilt, die weitere Zerlegung der Fläche aber nur in

der Form weiter geführt, so dass in solchem Falle die Form von dem Modelle abgelöst werden muss.

Sind die Gegenstände hohl oder werden sie von mehreren Räumen durchsetzt, welche sich nicht gut vom Modelle abformen lassen, so werden diese Raumausfüllungen der Form besonders hergestellt, und man bedarf dazu sowohl besonderer Formen, als auch Theile am Modell selber, welche die Lage der Kerne in der Form fixiren sollen.

Diese Theile am Modelle, die Kernmarken, müssen vom Modellzeichner ebenfalls vorgesehen werden und müssen nachstehende Bedingungen erfüllen. Der Kern, in den besonderen Formen gepresst oder gestampft (gewöhnlich aus festerem oder compacterem Materiale als die Substanz der übrigen Form), muss, in die Kernmarkenhöhlung der Form gelegt, genau die ihm zukommende Lage haben und darf nach Zusammensetzen der Form nicht mehr beweglich sein.

Dieses wird bei zwei Auflagepunkten verhältnissmässig leicht erreicht, bei einem oft nur sehr schwer. Eigentlich müsste im letzteren Falle die Kernmarke so dick gemacht werden, dass der Schwerpunkt des ganzen Kernes in dieselbe zu liegen käme; dieses Princip verbietet sich aber in der Anwendung meist dadurch, dass dann ein sehr ausgedehnter Formkasten nothwendig wäre, weil unter Umständen das Volumen der Kernmarke grösser sein kann, als das des ganzen Gussstückes. Dann muss, wie später gezeigt wird, für eine besondere Befestigung des Kernes in der Marke gesorgt werden, und man substituirt dann wohl auch dem leicht zerbröckelnden Lehm oder der Masse eine metallische Substanz, sowohl für die Marke als auch für den Theil des Kernes, der hineinpassen soll. Die Kerne werden überhaupt, auch wenn sie aus erdigem Material bestehen, fast immer festgenagelt und befestigt, um der Giessbewegung und dem Wallen des Gusses zu widerstehen, so dass man bei dem Entwerfen des Modelles keine zu übertriebene Rücksicht auf die Anwendung grosser Kernmarken zu nehmen braucht. Auch für diese Details geben die Einzelfälle specielle Belehrung, welche als Beispiele für die Formereimethoden angeführt werden sollen.

B. Vom Schwindmaasse.

Aus den früheren Mittheilungen über die Eigenschaften des Roheisens (Bd. I, S. 49 u. ff.) und speciell über sein Verhalten in der Wärme (ebendaselbst S. 103 u. ff.), sein Verhalten beim Schmelzen und Erstarren geht hervor, dass der Guss nie die Grösse des Modelles erreicht und dass das Letztere um das sogenannte Schwindmaass grösser sein muss, wenn der Abguss die vorher bestimmten Abmessungen haben soll.

Ausser den daselbst S. 158 gegebenen Einzelheiten mögen hier noch die ältesten aus der Praxis hervorgegangenen Arbeiten Ledebur's über die Schwindmaassgrössen und Mallet's Bemerkungen über die Benutzung des Schwindmaasses Platz finden.

Das Schwindmaass der Metalle ist durch Versuch und Erfahrung genau ermittelt worden und beträgt

für graues mittelgrobes Gusseisen . .	$^1/_{96}$	seiner Länge,
„ Zink	$^1/_{80}$	„ „
„ Messing	$^1/_{62}$	„ „
„ Kanonenbronce	$^1/_{130}$	„ „
„ Zinn	$^1/_{147}$	„ „
„ Blei	$^1/_{92}$	„ „

Aus den linearen Schwindmaassgrössen eines Körpers ist es nicht schwer, die cubische Schwindung zu berechnen.

Setzt man nach Ledebur

v = Volumen eines Körpers vor } dem Schwinden,
v_1 = „ „ „ nach }

a = eine Seitenlänge desselben vor } dem Schwinden,
a_1 = dieselbe nach }

s = den linearen } Schwindungscoëfficienten,
s_1 = den cubischen }

so ist:

1) $a_1 = a\,(1 - s)$.

2) $s_1 v = v - v_1$; also $s_1 = \frac{v - v_1}{v} = 1 - \frac{v_1}{v}$.

3) $\frac{v_1}{v} = \frac{{a_1}^3}{a^3}$,

da sich die Rauminhalte ähnlicher Körper wie die Cuben gleichliegender Seiten verhalten; damit folgt weiter:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{[a\,(1-s)]^3}{a^3} = (1-s)^3 = 1 - 3s + 3s^2 - s^3;$$

daraus entwickelt sich

4) $s_1 = 1 - \frac{v_1}{v} = 3s - 3s^2 + s^3$.

Da infolge des kleinen Werthes von s die Potenzen s^2 und s^3 ohne wesentliche Beeinträchtigung des wirklichen Werthes vernachlässigt werden können, so erhält man

5) $s_1 = 3s$,

d. h. der Coëfficient für die cubische ist ungefähr 3mal so gross als der für die lineare Schwindung.

In ähnlicher Weise lässt sich ermitteln, dass der Coëfficient der Flächenschwindung gleich dem doppelten Coëfficienten der linearen Schwindung sich stellt.

Es ist bereits mehrfach erörtert worden, dass graues Eisen ein anderes Schwindmaass habe als weisses, weil das Letztere vor dem Erstarren nicht expandire und das für beide Sorten ziemlich gleiche eigentliche Schwinden deshalb nicht die Verminderung erfahre, die bei jenem eintrete.

Ledebur hat auch schon damals Versuche mit Eisenmischungen und Sorten gemacht, deren Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt sind und die Früheres vervollständigen können.

Nr. 1 bestand aus zwei Theilen schottischem Cokesroheisen Nr. 1 mit einem Theile Holzkohlen-Brucheisen und war im Cupolofen umgeschmolzen; es zeigte eine dunkelgraue Bruchfläche von körnig krystallinischer Textur mit reichlicher Graphitausscheidung.

Nr. 2 bestand aus Holzkohleneisen von stark gaarem Gange und entstammte direct dem Ilsenburger Hochofen; der Bruch erschien dunkel blaugrau, etwas lichter als Nr. 1 und zeigte eine starke Gaarschaumbildung an der oberen Fläche.

Nr. 3 war halbirtes Holzkohleneisen von Ilsenburg, ebenfalls direct aus dem Hochofen gegossen; es schien weniger dunkel als Nr. 2, aber mit noch vollständig grauer Färbung.

Nr. 4 bestand in stark halbirtem, d. h. deutlich fleckigem Holzkohlen-Roheisen von Ilsenburg, direct aus dem Hochofen gegossen, und zeigte auf frischem Bruche eine lichtgraue Färbung, in welcher der Graphit in schwarzen Flecken auf deutlich erkennbarem weissen Grunde erscheint.

Nr. 5 endlich war ein ebenfalls aus dem Hochofen direct entstammendes Holzkohleneisen von Ilsenburg und erstarrte zu weissem dichten Bruche, der nur im innersten Kerne Spuren von Graphitbildung als graue Pünktchen erkennen liess.

Nr.	Stablänge		Totale Schwindung	
	im Modell	im Abguss		
	Meter	Meter	Meter	in Procenten
1	1,000	0,992	0,008	0,8
2	1,000	0,990	0,010	1,0
3	1,000	0,989	0,011	1,1
4	1,000	0,987	0,013	1,3
5	1,000	0,984	0,016	1,6

Das Modell war ein genau 1 m langer Holzstab, welcher einen quadratischen Querschnitt von $5 \times 5 = 25$ qcm besass.

Aus den procentualen Zahlenwerthen geht hervor, dass die Eisensorte nicht vollständig ist, indem der höchste Werth des Schwindmaasses nicht 1,6, sondern 2,6—3 ist (für die splittrige Schale der Hartgüsse), wie aus den betreffenden Bemerkungen des ersten Bandes hervorgeht.

Weitgehende Erörterungen über Schwindmaasse und Modellvorzeichnung findet man noch in den bekannten Mallet'schen Aufsätzen — Practical Mechanics Journal 1867/68 (III. Serie, 3), S. 325 —, aus welchen das Folgende mitgetheilt wird.

Das Modell ist nach dem geistvollen Autor eine aus mancherlei Substanzen hergerichtete Gestalt, von welcher der gegossene Gegenstand das Abbild vorstellen soll. Da dieses Abbild erst vermittelst der Gussform genommen wird, ist der Abguss eigentlich das Abbild eines Abbildes, und da die verschiedenen Substanzen, aus denen Modell, Gussform und Abguss bestehen, in ihren Eigenschaften spontan wirkende Ursachen der Form- oder Dimensionsveränderung besitzen, so erfordert die Herstellung des Gusses wegen der gegenseitigen Abhängigkeit von Entwurf, Zeichnung, Modell, Form und Abguss eine stete Aufmerksamkeit.

Zunächst verändert jedes einstmals richtig dargestellte Modell Form und Abmessungen mit der Temperaturveränderung oder dem Wechsel von feucht und trocken.

Die Gussform thut ein Gleiches in verschiedenem Maasse, je nach ihrer Herstellungsmethode und ihren Bestandtheilen.

Der Abguss endlich schwindet und verändert dadurch ebenfalls die durch die Form angegebene Grösse, weil das Gussmaterial sich zusammenzieht — wiederum je nach der Masse in verschiedenem Maasse. Dazu tritt aber noch ein bei der gewöhnlichen Formerei, ohne Maschinen, sehr wirkungsvoller Umstand, nämlich die durch das Herausziehen der Modelle verursachte Erweiterung der Form. Bekanntlich muss jedes Modell vor dem Herausziehen gelockert werden; mit anderen Worten: die Form wird verbreitert und auseinandergetrieben, um das Anhaften des Sandes an dem Modelle und das Zerstören einzelner Theile der Form zu verhindern.

Daher kommt es denn auch, wie Mallet auseinandersetzt, dass das Schwindmaass, wie es praktisch angewandt wird, nicht allein die Volumdifferenz des eben gegossenen und des zur Temperatur der Atmosphäre erkalteten Metalles ausdrückt, sondern den Unterschied der fertig zum Gusse gestellten Form und des kalt gewordenen Gusses ausdrückt. Eine von dem Autor angestellte theoretische Betrachtung des Schwindmaasses und namentlich der Vergleich desselben und des für eine Temperatureinheit ermittelten Ausdehnungscoëfficienten des Gusseisens führt dieses noch besser aus.

General Roy bestimmte nach Mallet die Linearausdehnung des Eisens für jeden Grad Fahrenheit innerhalb des Temperaturunterschiedes zwischen frierendem und kochendem Wasser auf $\frac{1}{162\,000}$ der Totallänge; nimmt man nach Mallet's Vorgang den Erstarrungs- resp. Schmelzpunkt des Roheisens auf 2700^0 F. an, wie ihn Daniell bestimmt hat, und nimmt man ferner eine in allen Stadien gleichmässige, d. h. stetige Zusammenziehung an, so berechnet sich eine Totalausdehnung von $\frac{2700^0}{162\,000}$ oder $\frac{1}{60}$, also mehr, als in der Praxis den Modellen an Schwindmaass zugegeben wird. Es würde also die Differenz $\frac{1}{60} - \frac{1}{96}$, d. h. $\frac{1}{5} - \frac{1}{8} = \frac{3}{40}$ allein auf das Ausweiten der Form durch das Lockermachen der Modelle zu rechnen sein, wenn nicht noch ein anderer, bereits in diesem Buche, Bd. I, S. 151 u. ff. betonter Factor, die Ausdehnung des erstarrenden grauen Roheisens bei der Graphitausscheidung, hinzukäme, deren Maass aber noch nicht bekannt ist.

Aus allen diesen Umständen geht für Mallet hervor, dass der Modelleur, im weitesten Sinne verstanden, keinen ganz festen Anhalt in Betreff der Schwindung des Gusseisens besitzt und keine Regel für die Abmessung der Modelle sich daraus ableiten kann.

Die alten empirischen Regeln beim Aufbaue der Modelle geben allerdings eine rohe Führung, aber doch eine sehr unsichere; gewöhnlich ist ein Fehlguss nothwendig, um für eine ausgedehnte Form oder einen Gegenstand von ungleicher Massevertheilung das Modellmaass genau zu bestimmen; es muss das nach den üblichen Regeln dargestellte Modell, dem Resultate des ersten Abgusses entsprechend, umgeändert werden. Häufig geschieht dieses nicht, sondern man klopft nach Mallet, wenn

in gewöhnlichem Sande gearbeitet wird, die Form etwas aus oder dämmt ein Stück derselben zu. In Masse- oder Lehmformen, deren eigenes Schwindmaass mit hinzutritt und das Resultat der Modellconstruction alterirt, muss man fast immer nachmessen und entweder ausreiben oder auflegen, um nach dem ersten Brande der Form die richtigen Dimensionen des eigentlichen Schwindmaassstabes zu erhalten, um so mehr, als in diesen Formmaterialien die complicirtesten Maschinenstücke gegossen zu werden pflegen.

Für genau abzuliefernde (schwere) Güsse muss man sich deswegen auch vorherrschend des Lehm- oder Massegusses bedienen, sonst könnten die Meisterstücke der grossen Maschinenfabriken, z. B. von Chemnitz, Magdeburg, Seraing, Escher in Zürich, Köln, Sterkerade, Berlin und vielen Anderen, nicht so sicher gelingen. So führt Mallet an, dass grosse Cylinder nicht mehr als $^2/_{10}$ oder $^1/_4$ Zoll im Durchmesser zum Abdrehen zugegeben erhielten und dass grosse und starke Maschinenrahmen oder Grundplatten nach dem Abhobeln der Passflächen ohne Weiteres auf einander gesetzt werden könnten.

Das Eisenwerk Low-Moor hatte z. B. im Jahre 1854/55 für die englische Regierung 36zöllige Bomben geliefert, die unter einander nicht mehr als um $^1/_{10}$ Zoll im Durchmesser differirten; das Etablissement Gruson in Magdeburg und andere Geschossfabriken Deutschlands lieferten stets die Eisenkerne des stärksten Kalibers zu den in der preussisch-deutschen Artillerie üblichen Bedingungen, d. i. einer geduldeten Abweichung von 2—4 Hunderttheilen rheinischen Duodecimalzolles.

Diese Genauigkeit erlangt man natürlich erst durch mehrfache Wiederholung desselben Gusses und durch stete Aufmerksamkeit auf Wahl des Eisens und Führung des Schmelzens; Alles kommt dabei in Betracht: Giesshitze — Dichtigkeit der Form — Wärmeleitungsfähigkeit derselben u. s. w.

Vor Allem aber ist eine sehr grosse Sauberkeit der Modellarbeit erforderlich, um das erwähnte Resultat hervorzubringen, und die Wahl einer geeigneten Substanz zur Herstellung des Formmodelles, d. h. desjenigen Modelles, welches der Former dauernd in die Hand bekommt. Nach einem Normalmodelle, welches möglichst intact zu erhalten gesucht wird, stellt man sich eine der Wiederholung des Gusses entsprechende Anzahl von Formmodellen her und nimmt dieselben nach und nach zur Arbeit vor.

Das Material für die Formmodelle ist im Falle häufiger Wiederholung stets Metall, und wählt man zu den feinsten Aufgaben stets eine Broncelegirung, zu weniger feinen Arbeiten aber entweder Messing oder Gusseisen oder eine Mischung von Blei und Zinn, Blei und Antimon, Blei und Zink u. s. w.

Munitionsguss wird mit Broncemodellen hergestellt, Verzierungen mit Bronce-, Messing- und Eisenmodellen, je nach dem Grade der Feinheit; Architekturtheile mit Gusseisen-, Holz-, Blei- und Zinkmodellen, oft auch mit zusammengesetzten Modellen; Poterie- und Hohlguss mit Bronce-, Messing-, Gusseisen- und Eisenblechmodellen.

Die Anfertigung des Hauptmodelles für solche Formmodelle bietet deshalb in Betreff des Schwindmaasses eine doppelte Schwierigkeit;

denn ausser dem Verhalten des Gusseisens ist noch das Verhalten des Metalles zu studiren, aus welchem das Modell besteht.

Weiter noch complicirt sich die Aufgabe durch das Zugeben von Substanz zur Bearbeitung, kurz es sind dabei eine Menge von Erfahrungen zu machen und zu beachten; zwar hat man die Schwindmaasse der verschiedenen Substanzen festgestellt, aus denen solche Formmodelle bestehen, aber ebensowenig, wie der Schwindmaassstock des Modelltischlers für Lehmformen und Masseformen complicirter Stücke aushilft, ebensowenig kann man mit den Durchschnittswerthen der Schwindmaasse verschiedener Metallmischungen auskommen.

Die Bearbeitung der Formmodelle hilft hierbei allein aus, denn es ist dann möglich, das Schwindmaass des Gusseisens zu ermitteln und doch das Modell zu corrigiren. Man nimmt blos das erste Stadium der Bearbeitung vor und misst das Modell, giesst es in demselben Sande wie späterhin ab und misst den Abguss; daraus ergiebt sich die noch erforderliche Bearbeitung von selber. Der intelligente Modelleur wird hiernach sich leicht orientieren können und Alles vermeiden, was das Gelingen der Güsse in Frage stellen kann.

Alle Ansätze, die in genauen Abständen von einander sein sollen, müssen vom Formmodelle abgelöst und nachher angepasst werden, also Topfhenkel, Handhaben u. s. w.

Dasselbe ist mit allen beim Formen abtrennbaren Theilen der Fall, welche extra hergestellt und bearbeitet werden müssen.

Noch ist ein Umstand zu erwähnen, der mit dem Schwinden zusammenhängt und im Modelle berücksichtigt werden muss: das durch ungünstige Massenvertheilung hervorgerufene unvermeidliche Werfen des Gegenstandes. Man macht die Modelle zu solchen Gegenständen gern aus biegsamem Materiale und zunächst vollständig genau nach Zeichnung. Der erste Abguss in dem auch später anzuwendenden Sand und Eisen, beides nach bester Auswahl, ergiebt die resultirende Krümmung, welche also nicht leicht zu vermeiden ist. Giebt man dem Modelle durch vorsichtiges Biegen dieselbe Krümmung, aber in entgegengesetzter Richtung, so gelingt es leicht, gerade Abgüsse zu erhalten, ohne dass Spannungen u. s. w. zu befürchten sind. Geschickte Giesser und Constructeure verstehen es allerdings, noch besser zu operiren, und setzen solchem Werfen und allen Spannungen, wenn sie durch veränderte Zeichnung und Abmessungen durchaus nicht vermieden werden können, stets die stärkste Widerstandsfähigkeit des Materiales an den betreffenden Stellen entgegen. Oft gelingt es, dadurch die Spannungen zu überwinden und das Verziehen zu vermeiden, allerdings nur bei genauester Kenntniss des Materiales und seines Verhaltens.

Rathsamer bleibt immer der oben angedeutete Ausweg, eine andere Construction zu versuchen, resp. den Gegenstand zu theilen und den einseitig sich verziehenden Theil abzulösen, um ihn später wieder anzusetzen. Dann ist man vor allen Spannungen sicher, die, wie bereits erwähnt, bei Temperaturwechseln, Erschütterungen und Schwingungen noch nachträglich hervortreten und Zerstörungen bewirken können.

C. Vom Modelliren in weichem, bildsamem oder plastischem Materiale.

Das Modelliren in weichem Materiale zerfällt, vom Materiale selbst abgesehen, in zwei Gruppen von Arbeiten: 1) das Aufbauen der Massen und 2) das Ausarbeiten und Vollenden.

Als Material benutzt man gewöhnlich plastischen Thon oder Stuck für die grösseren und massigeren Sachen, während man Wachs und Mischungen von Wachs mit Harzen, sogenanntes Modellirwachs, zu kleineren Dingen wählt. Von diesen Materialien sind die erdigen Substanzen nur in feuchtem Zustande plastisch, während das Wachs und seine Mischungen bei der Lufttemperatur bewohnter Räume und von Ateliers geschmeidig genug sind, um ohne Schwierigkeit gedrückt und geformt zu werden.

Der Aufbau von Thonmodellen geschieht unter Anwendung von verschiedenen Vorsichtsmaassregeln und Hülfsmanipulationen. Zunächst wird für die Solidität des Modelles durch Einlage von Ankerstäben Sorge getragen, welche so angebracht sein müssen, dass man ihre Enden im Nothfalle auch als Handhaben benutzen kann. Soll das Modell vor der Wanderung in die Giesserei in Gyps abgegossen werden, so ist nur für den Halt des Lehmmodelles während des Modellirens selbst Sorge zu tragen, indem das Gypsmodell selbst später mit Handhaben u. s. w. versehen werden kann.

Eine andere, früher schon angedeutete Hülfsarbeit besteht darin, dass man glatte Flächen, die in dem zu modellirenden Gegenstande eine geschlossene Grundform bilden, aus Holz herrichtet und darauf die Thonreliefs aufträgt.

So verfährt man bei Hochreliefs und bei Seitencapitälen mit frei entwickeltem Blätterwerk, wo eine platte Fläche, bezw. eine kelchartige Form die Unterlage der Reliefs bilden. Wo die Letzteren wenig aus der Grundform vortreten, macht man auch diese vielfach aus Thon oder überzieht sie damit, um das Anhaften der breiten Thonmassen zu erleichtern. Beim Aufsetzen von Reliefs aus Wachs und Wachsmischungen dagegen hat man nur nöthig, die Grundlage mit einer dünnen Wachsschicht zu überziehen.

Die Einzelheiten und Handgriffe beim Aufbaue und bei der Vollendung solcher Modelle lassen sich schwer beschreiben, sie müssen als künstlerisch-technische Leistung durch Uebung erlernt und verstanden werden; es gelten hierfür alle Feinheiten der künstlerischen Technik, welche die bedeutendsten Bildhauer ihren Schöpfungen mitgegeben haben, und der Modelleur einer solche Gegenstände darstellenden Giesserei muss einige Jahre in einem Bildhauer-Atelier gearbeitet haben, nachdem er einen akademischen Cursus im Zeichnen durchgemacht.

In der neuesten Zeit findet man Beides vielfach in den Kunstgewerbeschulen vereinigt und mit stetem Hinblicke auf die Anwendung in der Technik betrieben.

D. Von der Modelltischlerei.

Der grösste Theil der Modelle, welche eine Giesserei gebraucht, ist aus Holz gefertigt, und die Modelltischlerei, sowie die Behandlung und die Aufbewahrung der Holzmodelle bilden wichtige Punkte in der Leitung und dem Betriebe einer Eisengiesserei.

Die Idee, Modelle aus Holz anzufertigen, ist jedenfalls eine alte und hängt mit der directen Anwendung des Holzes zum Maschinenbaue zusammen, welche aufgegeben wurde, als man mit den Metallen umzugehen lernte. Die alten, aus Holz gefertigten Maschinentheile wurden vermuthlich die Modelle der neuen, in Metall zu giessenden Theile, und dadurch kam man wohl auf die Idee, das Holz als Modellmaterial anzuwenden. Die Ausbreitung und Ausbildung des Maschinenbaues hat auch der Modelltischlerei einen bedeutenden Schwung verliehen, der seit Anwendung der Holzbearbeitungsmaschinen noch mächtiger geworden ist.

Jetzt nimmt die Modelltischlerei allein das Interesse des Giessereitechnikers mehr in Anspruch, als die übrigen Herstellungsmethoden von Modellen zusammengenommen; ein Gesichtspunkt, der auch in diesem Buche nur getheilt werden kann.

Allerdings kommt es nicht etwa hier darauf an, die Praxis der Tischlerei an sich zu beschreiben, d. h. die Arbeit selbst; diese ist im Ganzen weit weniger complicirt und weitläufig, als bei der Kunsttischlerei, doch kommt es bei der Modelltischlerei auf einen Grad der Genauigkeit in den Abmessungen und der Flächenbestimmung an, den man in der übrigen Tischlerei oft vergeblich suchen würde. Ausserdem muss auf die Formmethode Rücksicht genommen werden, auf das anzuwendende Formmaterial und dessen Eigenthümlichkeiten.

Daraus ergiebt sich für den Tischlermeister der Giesserei die Nothwendigkeit, die Giessereiprocesse zu kennen und damit möglichst vertraut zu sein. Er muss mit dem Ingenieur, meist aber mit dem Giessmeister das Modell für jedes neue Stück verabreden und Alles, was auf Theilung, Kernmarken u. s. f. Bezug hat, festsetzen.

Beim Lehmgusse, wozu er meist nur Schablonen und Ansatzstücke zu liefern hat, muss er nicht selten die Former in den Einzelheiten der Zeichnung orientiren können und schliesslich, wenn Alles fertig ist, auch der Zusammensetzung der aus vielen Theilen aufzubauenden Form oft rathend und helfend beiwohnen.

Daneben muss eine gründliche Handwerkerbildung vorhanden sein und die Fähigkeit, Werkzeichnungen anfertigen zu können, wie es in der Einleitung dieses Abschnittes mehrfach erwähnt worden ist.

Das Holz und seine Eigenschaft.

Die Holzarten, die bei dem Baue von Gussmodellen angewendet werden, sind, fasst man das Giessereigewerbe aller Länder zusammen, ausserordentlich zahlreich, während einzelne Gegenden oft nur wenige Arten gebrauchen können und damit dennoch auskommen.

Am reichsten bedacht sind die Giessereien der englischen und amerikanischen Industrieplätze, denen theils der ausgedehnte Handel, theils die Beschaffenheit der einheimischen Flora die edelsten und mannigfaltigsten Holzarten in Fülle zur Verfügung stellen.

In Deutschland bedient man sich vorzugsweise des Kiefern- und des Erlenholzes, welche oftmals zusammen an einem und demselben Modelle vorkommen. Das Kiefernholz ist leicht bearbeitbar, schwindet, einmal gehörig getrocknet, sehr wenig und ist infolgedessen dem Reissen nicht ausgesetzt; es hat gewöhnlich parallele und gerade Fasern und ist infolgedessen auch dem Werfen nicht so sehr unterworfen. Das Erlenholz, kürzer und brüchiger als das Kiefernholz, zeigt mehr Härte und ist, wenn auch steiniger als das Nadelholz, doch noch ziemlich leicht zu bearbeiten; es nimmt eine dauerhafte Politur an und hebt sich gut aus dem Formsande aus — eine Eigenschaft, welche nicht alle Hölzer haben. Es liegt dies vielleicht daran, dass es nicht leicht quillt und daher in Berührung mit dem nassen oder feuchten Sande sich nicht ausdehnt. Man verwendet es deshalb zu allen fest einzustampfenden Flächen, die im Gusse vorzugsweise sauber ausfallen müssen, und macht überhaupt alle hervortretenden Stellen gern aus diesem Holze.

Mit den genannten Holzarten kommt man aus, solange keine Grabstichelarbeit nothwendig wird. Sobald dies der Fall ist, muss man härtere und kürzere Hölzer verwenden, z. B. die der einheimischen Obstbäume, Aepfel- und Birnbaumholz; auch Esche lässt sich gut stechen, ist aber theuerer, weil zur Möbel- und Kunsttischlerei gesucht. Ueberhaupt kann sich die Modelltischlerei eigentlich nur der billigeren unter den überhaupt geeigneten Holzarten bedienen; Birkenholz kommt aus diesem Grunde selten zur Anwendung, während das dem Wurme nicht zugängliche Erlenholz, das wegen dieses Umstandes sich sehr gut zu Möbeltheilen eignet, der Modelltischlerei anheimfällt, weil es äusserlich wenig Schönheit besitzt.

Es kommt aber nur in Brüchen und Niederungen vor und ist daher ungleich verbreitet.

Vor allen ausländischen Hölzern ist Cedern- und Mahagoniholz nach Wiebe (Maschinenbaumaterialien und deren Bearbeitung, I, S. 443) am meisten zu empfehlen; doch sind sie für unsere Verhältnisse wohl meistens zu theuer. Auch andere überseeische Holzarten sind ausgezeichnet brauchbar, z. B. bietet Chili eine Reihe sehr schöner Holzarten, beispielsweise die mahagoniartigen Roble Pellin, Luma u. s. w., die der Verfasser 1891 Gelegenheit hatte, zu untersuchen.[1])

Weichheit in der Bearbeitung, Leichtigkeit bei genügender Dichtigkeit und geringes Schwinden nach der Quere sind die Haupteigenschaften, die ein Modellholz haben muss. Dass man demnächst möglichst das geradspaltige und astfreie Holz aussuchen wird, ist selbstverständlich.

Zur Modellanfertigung müssen alle Hölzer möglichst trocken sein, und es empfiehlt sich deshalb, das zu verwendende, thunlichst geschnittene Holz zunächst als trocken anzukaufen, es dann im Freien, aber gedeckt, dem Luftzuge auszusetzen und schliesslich, ehe es angegriffen wird, noch einige Tage oder Wochen in der Modelltischlerei liegen zu lassen.

1) Vattier, Dürre, Hovine, Delafond: Studien über die Zukunft einer Eisenindustrie in Chili. Verlag der Chilenischen Botschaft in Paris 1890—1892 (in französischer Sprache).

Zu diesem Behufe bringt man in diesem Raume Hängewerke an der Decke an, auf welche die in 8 oder 10 Tagen gebrauchten Bretter aufzuschichten sind.

Starke Bretter oder Bohlen müssen, um das unregelmässige Zerreissen zu verhüten, aufgeschnitten werden, wobei man ungefähr der Achse des Baumes, resp. der zur Hauptfläche der Bretter normalen Ebene folgt, welche durch die Baumachse gehen würde. Gegen das Zerreissen hilft auch das Bekleben der Hauptflächen mit Papier, wodurch ein langsameres und gleichmässigeres Trocknen der Holzfasern ermöglicht wird.

Wenn eine Modellgattung voraussichtlich oft angefertigt wird und wenn dazu jedesmal eine grosse Anzahl von Stücken verleimt werden müssen, so schneidet man dieselben besser im Vorrath und lässt sie dann in der Tischlerei bis zur Verwendung stehen. Dadurch trocknen sie noch mehr aus und erlangen in der Faserlage diejenige Beständigkeit, welche gerade bei den aus vielen solchen Stücken zusammengeleimten Modellen nothwendig ist.

Aus alledem geht hervor, dass eine Modelltischlerei um so besser arbeitet und um so mehr leistet, je mehr sie gute Holzvorräthe besitzt, und dass es wichtig ist, bei guter Zeit dafür zu sorgen.

Besondere Gelegenheiten, gutes oder seltenes Holz zu erlangen, dürfen nie versäumt werden; werden Pappeln, Eschen, Linden, Akazien, Kastanien in der Nähe des Werkes gefällt, so muss man zugreifen; ebenso, wenn absterbende Obstbäume geschlagen werden. Das weiche Pappel- oder Lindenholz ist für kleinere Sachen oft brauchbar, Kastanienholz verhält sich ähnlich wie Erlenholz, und die Esche wie die Akazie zeichnen sich durch Zähigkeit aus und geben gute Werkzeughelme u. s. f.

Je genauer man über die Eigenschaften der verschiedenen Hölzer unterrichtet ist, desto umsichtiger wird man die Auswahl des Bedarfes und die Behandlung der gemachten Ankäufe treffen.

Im Folgenden werden deshalb nach schon älteren, aber bewährten Erfahrungen die für den Modelltischler interessantesten Angaben über die Hölzer und ihre Eigenschaften zusammengestellt.

Für die Bearbeitung mit am Wichtigsten ist die Structur und Zusammensetzung des Holzes.

Die Längsfasern, aus denen jedes Holz besteht, erscheinen auf dem Querschnitte des Stammes in ringförmigen Gruppen geordnet, welche man Jahresringe, Jahrringe, in den Tischlereien auch kurz die Jahre nennt. Der Name bezeichnet gleichzeitig die Entstehungszeit einer derartigen Faserhülle, indem die Wachsthumsperiode eines jeden Jahres eine solche ringförmige Ablagerung von Holzstoff veranlasst. Die Jahrringe eines ausgewachsenen und noch lebenden Baumes zeigen unter einander bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Die inneren Ringe, d. h. die ältesten, sind dichter, fester und härter als die äusseren, deren Gefüge locker, weich und schwammig ist. Aussen sind die Jahre mit dem sogenannten Bast umhüllt und demnächst von der Rinde eingeschlossen. Auch in der Farbe unterscheiden sich die Jahresringe der verschiedenen Stammzonen, weshalb der Holzarbeiter ihnen verschiedene Namen gegeben hat. Unter dem Baste liegt das

Splintholz oder der Splint, eine leicht splitternde Masse, welche nur der Faserachse nach etwas Cohäsion besitzt; darauf folgt das sogenannte junge Holz, das schon verwendbar ist, aber vorsichtig behandelt werden muss. Die nächstinneren Ringe nennt man den Kern oder das Kernholz; die radiale Ausdehnung der Jahre ist in demselben am geringsten, während sie im jungen Holze der Rinde zu immer mehr zunimmt und auch im innersten Kerne des Stammes etwas grösser ist, so dass auch die innersten Faserlagen ein minder dichtes Holz geben. Dazu kommt noch ein im Stande der Bäume begründeter Unterschied; die Nord- oder Winterseite des Baumes ist gewöhnlich durch dichtere Jahrringe ausgezeichnet, während die Süd- oder Sommerseite das lockerere Gefüge zeigt, also auch eine geringere Dichtigkeit. Ausserdem zeigen sich in der Breite der Jahrringe auch die Einflüsse des Klimas, des Bodens und der Umgebung.

Nach Karmarsch fanden sich auf einem Zoll oder 26 mm Holzdicke

bei Eschen	2—14	Ringe
„ Tannen	5—9	„
„ Lärchen	5—20	„
„ Föhren	17—25	„
„ Erlen und Kirschbaum	6—12	„
„ Buchen und Mahagoni	6—24	„
„ Eichen	9—21	„
„ Buchs	30—50	„
„ Taxus (Eibe)	20 bis über 100	Ringe.

Die Ursache der Dichtheit der Ringe im Kerne des Baumes ist in der von Aussen nach Innen weiter fortschreitenden Austrocknung der Zellen zu suchen, da sich bekanntlich das Leben des Baumes, also das Steigen des Saftes, auf die äusserste ringförmige Zone von oft relativ geringer Dicke beschränkt. Je mehr der Saft die Zellen verlässt, um so mehr ziehen sich ihre Wände zusammen und schwinden. Die harten Zonen der Ringe sind durch den Stillstand des Baumlebens während des Winters, die weichen durch die Thätigkeit desselben im Sommer hervorgerufen. Langsam wachsende oder auf schlechtem Boden stehende Bäume setzen dünnere Ringe an, als rasch wachsende oder üppig grünende Exemplare.

Ausser den Ringen findet man im Holze noch eine andere Erscheinung des Gefüges, die zu berücksichtigen ist.

Betrachtet man einen Stammquerschnitt, so sieht man strahlenartig vom Kerne nach der Aussenseite hinlaufende Linien, die sich nicht als ganze Radien, wohl aber als Bruchstücke von Radien darstellen. Sie fangen nicht immer im Kerne an und reichen auch nicht immer zur Peripherie, sondern haben eine geringere Länge. Sie sind das Product einer nach Radien sich gestaltenden, die Ringe durchschneidenden Sonderung und Gruppirung von Faserbündeln und entstehen jedenfalls erst in einem gewissen Stadium des Zusammentrocknens oder der Kernholzbildung. Ihre Längenausdehnung, parallel der Baumachse, ist auch nur gering, da jeder neue Querschnitt des Baumstammes diese strahlenförmigen Sonderungen auf anderen Radien aufweist.

Spaltet man den Stamm nach einem Radius, so zeigen sich die Sonderungen als besonders harte, glatte Flecken, die zuweilen spiegeln und deshalb auch Spiegel genannt werden. Sie sind in verschiedener Zahl

und Entwickelung bei den verschiedensten Holzarten vorhanden und sind auch, abgesehen von der Anzahl, verschieden deutlich sichtbar, d. h. ein wechselnder Procentsatz ist bei den einzelnen Hölzern mit blossem Auge zu entdecken.

Karmarsch, dem wir eine grosse Anzahl solcher Beobachtungen des Holzes verdanken, die noch immer als gültig anzusehen sind, führt an, dass auf einem Zoll peripherischer Ausdehnungen

bei Linden-, Ahorn-, Birken- und Kirschbaumholz	100—120	Spiegel
„ Apfel-, Eschen- und Mahagoniholz	120—140	„
„ Tannen-, Fichten- und Weidenholz	130—160	„
„ Ebenholz (schwarzem)	150—200	„
„ Birnbaumholz	200—240	„
„ Roth- und Weissbuchenholz	100—120	„
„ Eichenholz	150—200	„

sind. Bei dem Buchenholze sind nur 10—15, bei dem Eichenholze nur 5—15 Spiegel mit blossem Auge zu sehen.

Die Spaltbarkeit des Holzes ist am Grössten in den Ebenen, in welchen viele und grosse Spiegel liegen, und die Spaltfläche hat ein glattes und glänzendes Aussehen. Das radiale Zerreissen des Holzes geschieht ebenfalls vorzugsweise und am Leichtesten nach denselben Ebenen.

Aus diesem Verhalten und dem der Jahre ergiebt sich die grosse Verschiedenheit des Holzes beim Bearbeiten; dagegen weist die chemische Untersuchung eine weit grössere Uebereinstimmung in der Zusammensetzung nach, so dass die organische Bildung des Gefüges im Holze für seine Verwerthung einflussreicher erscheint, als die chemische Natur der Faser.

Im einzelnen Stück Holz sogar ist das Verhalten bei der Bearbeitung in verschiedenen Richtungen ein verschiedenes, und man spricht von Längenholz (mit dem Span und wider den Span), Querholz und Hirnholz.

Dann unterscheidet man in der Holzbearbeitung glattes, schlichtes Holz vom verwachsenen, maserigen Holze, astiges und astfreies Holz u. s. w.; alles Benennungen, die sich auf die organische Structur gründen.

Für die Unterscheidung und Beurtheilung des Holzes ist auch noch sein Gewicht maassgebend.

Das specifische Gewicht der Holzfaser ist im Durchschnitte ziemlich genau 1,5, doch ordnen sich bezüglich der Schwere die hauptsächlichsten Hölzer folgendermaassen (nach Karmarsch's Angaben):

Tannen- und Ahornholz	1,46
Linden-, Birken- und Pappelholz	1,48
Ulmenholz	1,52
Eichen- und Buchenholz	1,53
Mahagoniholz	1,69

Das eigentliche Holz zeigt aber ganz andere Zahlenwerthe, da die Holzfasern in keiner Holzart dicht gruppirt sind, sondern ein mehr oder minder lockeres poröses Gefüge mit grösseren oder geringeren Zwischenräumen bilden. Diese sind mit wasserreichen Pflanzensäften gefüllt, die nach dem Fällen des Holzes allmälig verdunsten und die Zellen mehr oder minder leer und trocken zurücklassen.

Infolgedessen ist nicht allein der Zustand des Gefüges, sondern auch der Zustand der Trockenheit von grösstem Einflusse auf Gewicht und Schwere des Holzes. Wie das Gefüge durch Boden, Klima, Localität beeinflusst wird, variirt auch das Gewicht nach diesen Factoren.

Karmarsch giebt folgende Grössen von Gewicht und Schwere der Hölzer, alphabetisch geordnet, an.[1])

Namen der Holzarten	Specifisches Gewicht			
	grün		lufttrocken	
	Grenzen	Mittelwerth	Grenzen	Mittelwerth
Ahorn	0,843—0,944	0,893	0,612—0,750	0,681
Apfelbaum	0,960—1,137	1,048	0,674—0,793	0,733
Birke	0,851—0,987	0,919	0,591—0,738	0,664
Birnbaum	—	—	0,646—0,732	0,689
Rothbuche	0,852—1,109	0,980	0,590—0,852	0,721
Weissbuche	0,939—1,137	1,038	0,728—0,790	0,759
Buchsbaum	—	—	0,912—1,031	0,971
Ceder	—	—	0,561—0,575	0,568
Ebenholz	—	—	1,187—1,331	1,259
Taxus	—	—	0,744—0,807	0,775
Eiche	0,885—1,062	0,973	0,650—0,920	0,785
Erle	0,809—0,994	0,901	0,423—0,680	0,551
Esche	0,778—0,927	0,852	0,540—0,845	0,692
Fichte	0,794—0,993	0,893	0,376—0,481	0,428
Kiefer	0,811—1,005	0,908	0,463—0,763	0,613
Kirchbaum	0,928	0,928	0,577—0,715	0,646
Königsholz	—	—	0,980—1,069	1,024
Lärche	0,694—0,924	0,809	0,473—0,565	0,519
Linde	0,710—0,878	0,794	0,439—0,604	0,522
Mahagoni	—	—	0,563—1,063	0,813
Nussbaum	—	—	0,660—0,811	0,735
Pappel	0,758—0,956	0,857	0,353—0,591	0,472
Pflaumenbaum	—	—	0,754—0,872	0,813
Pockholz	—	—	1,263—1,342	1,302
Rosskastanie	—	—	0,551—0,610	0,580
Tanne	0,894	0,894	0,455—0,746	0,600
Ulme	0,878—0,941	0,909	0,568—0,671	0,619
Weide	0,715—0,855	0,785	0,392—0,530	0,461
Weissdorn	—	—	0,871	0,871

Karmarsch hatte der Tabelle noch eine Spalte mit, den Cubikfuss betreffenden Gewichtsangaben beigefügt, welche hier als belanglos fortgelassen worden ist.

Wie bei dem Holzgebrauche als natürlicher Brennstoff ist auch für die hier vorliegende Verwendung **der Wassergehalt des Holzes** von grosser Wichtigkeit.

Wie bedeutend der Wassergehalt des Holzes dessen Verwendbarkeit beeinflusst, kann man schon aus dem Unterschiede der Gewichte für nasses und trockenes Holz, wie sie in der eben mitgetheilten und anderen ähnlichen Tabellen stehen, ersehen. Noch deutlicher aber tritt

1) Dieselben erschienen zuerst wohl im Technologischen Wörterbuch, II, S. 271. Auch Wiebe veröffentlichte sie a. a. O., I, S. 15.

der Einfluss hervor, wenn man die Volum-Veränderungen des Holzes bei Zu- und Abnahme des Wassergehaltes misst; diese Veränderungen bezeichnet man auch mit den Ausdrücken: Quellen und Schwinden des Holzes. Beide sind gerade entgegengesetzt und heben sich in gewisser Beziehung auf, wie Versuche von Karmarsch gezeigt haben. Für die Tischlerei hat vorzugsweise das Schwinden resp. das Maass desselben Wichtigkeit, und es erscheint dasselbe abhängig:

a) von der Holzart selbst;
b) von der Geschwindigkeit, mit der das Austrocknen vor sich ging;
c) von dem Grade der Trockenheit;
d) von der Beziehung zur Lage der Fasern.

Die rasche Trocknung, z. B. in sehr trockener Atmosphäre, scheint neben dem Austreiben der Feuchtigkeit auch den Fortgang der Luft aus den Poren des Holzes theilweise zu veranlassen, welche sonst bei langsamem Trocknen davon erfüllt bleiben.

Die Faser des Holzes schwindet in der Länge so wenig, dass man aus manchem geradfaserigen Holze, z. B. gesundem Tannenholze, gute Uhrenpendel fertigt, die nur dem feinsten Compensationspendel nachstehen.

Das Schwinden gegen die Faser ist dagegen viel beträchtlicher und dann wiederum am grössten, wenn ein Stück nach der Richtung der Jahre, nicht nach der Richtung der Spiegel geschnitten ist.

Laves hat Messungen angestellt, welche dieses Schwinden in verschiedener Richtung betrafen, und hat die Resultate dieser Messungen in folgender Tabelle zusammengestellt.

Die betreffenden Versuche wurden mit sehr dünnen Holzstäbchen angestellt, deren Länge zunächst in grünem oder vollkommen mit Wasser durchzogenem, dann in bei 14—16° längere Zeit getrocknetem Zustande gemessen wurde. Der Unterschied galt als specifisches Schwindmaass der einen Holzsorte.

Namen der Holzarten	Grösse des Schwindens für:		
	Längenholz	Querholz in der Richtung	
		der Spiegel	der Jahrringe
	Proc.	Proc.	Proc.
Ahorn	0,072	3,35	6,59
Apfelbaum	0,109	3,00	7,39
Birke	0,222	3,86	9,30
— (russische)	0,065	7,19	8,17
Birnbaum	0,228	3,94	12,70
Rothbuchen	0,200	5,03	8,06
Weissbuchen	0,400	6,66	10,90
Buchsbaum	0,026	6,02	10,20
Ceder	0,017	1,30	3,38
Ebenholz	0,010	2,13	4,07
Eichen (jung)	0,400	3,90	7,55
— (300 Jahre altes Bauholz)	0,130	3,13	7,78
— (englisches)	0,140	4,00	9,29
Erlen	0,369	2,91	5,07

Namen der Holzarten	Grösse des Schwindens für:		
	Längenholz	Querholz in der Richtung	
		der Spiegel	der Jahrringe
	Proc.	Proc.	Proc.
Eschen (jung)	0,821	4,05	6,56
— (300 Jahre altes Bauholz)	0,187	3,84	7,02
Fichte	0,076	2,41	6,18
Föhre	0,120	3,04	5,72
Kirschbaum	0,112	2,85	6,95
Königsholz	0,081	2,91	4,92
Lärchen	0,075	2,17	6,32
Linden	0,208	7,79	11,50
Mahagoni	0,110	1,09	1,79
Nussbaum	0,223	3,53	6,25
Pappel	0,125	2,59	6,40
Pflaumenbaum	0,025	2,02	5,22
Pockholz	0,625	5,18	7,50
Rosskastanie	0,088	1,84	5,82
Tannen	0,122	2,91	6,72
— (300 Jahre altes Bauholz)	0,086	4,82	8,13
Ulmen	0,124	2,94	6,22
Weide	0,697	2,48	7,31
Trauerweide	0,330	2,55	6,91
Weymuthskiefer	0,160	1,80	5,00

Aus der richtigen Kenntniss vom Schwinden und Quellen des Holzes ergeben sich die erforderlichen Vorsichtsmaassregeln bei der Anfertigung genauer Arbeiten in Holz, zu denen doch in erster Linie die Gussmodelle gerechnet werden müssen.

Es findet infolge dieser Bewegungen der Holzmasse nicht allein eine Volumen-, sondern auch eine Formveränderung der Gegenstände statt, infolge deren die neue Gestalt der älteren oft nicht einmal geometrisch ähnlich ist.

Es ist von Interesse, diese Aenderung, das Verziehen, aus dem verschiedenen Schwindmaasse der einzelnen Lagen im Holze zu erklären.

Theilt man einen Stamm durch Längsschnitt in Bretter oder Bohlen, so kann nur eine derselben durch die Achse des Baumes gehen und in ihrer Mittelebene mit der Durchmesserebene des Stammes zusammenfallen. In den anderen Bohlen sind die Fasern auf beiden Flächenseiten des Brettes verschieden geordnet, und hieraus erklärt sich, warum ebene Platten, gleichförmig getrocknet, dennoch krumm werden müssen, und zwar in der Weise, dass sie auf der dem Kerne des Baumes zunächst liegenden Seite convex erscheinen. Diese Krümmung ist um so bedeutender, je grösser das Verhältniss der Bohlenbreite zur Stärke ist; deshalb ist es angezeigt, zur Herstellung von grösseren Flächen eine Reihe schmaler Stücke zusammenzuleimen und dabei die Lage der Stücke zu wechseln, in der Art, dass einmal die convexe, einmal die concave Fläche der Jahre nach oben gewendet ist.

Die Hölzer werden, was sich aus dem Schwinden eigentlich von selbst erklärt, in der Längsrichtung weniger krumm als in der Querrichtung, dafür tritt in jener eine andere Art von Gestaltsveränderung ein, die recht unangenehm ist, das Windschiefwerden.

Diese Eigenschaft kommt bei gesundem und geradgewachsenem Kiefern- und Fichtenholze, sowie bei Mahagoni am wenigsten vor, worin die Anwendbarkeit dieser Hölzer zur Modellanfertigung wohl begründet sein mag.

Der Grund dafür kann theils in unregelmässiger Krümmung der Fasern, theils in der gewundenen Structur der meisten Pflanzen gesucht werden, welche man in der botanischen Physiologie als Resultat der Spiraltendenz bezeichnet. Sie kennzeichnet sich äusserlich bereits in den Berstungen der Rinde und in der gegenseitigen Stellung der Astnarben.

Die Mittel gegen das Verziehen und Zerreissen des Holzes hat zuerst Karmarsch in folgenden Punkten zusammengefasst:

1) möglichst vollkommene Austrocknung in so dünnen Stücken, als es die Verarbeitung überhaupt gestattet;

2) Durchdringen und Ueberziehen des Holzes im verarbeiteten Zustande mit Substanzen, die das Eindringen der Feuchtigkeit hindern;

3) zweckmässige Wahl der Faserrichtungen in den Holzarbeiten;

4) Rücksicht auf Lage der Spiegel und des Kernes bei der Zertheilung und Ausarbeitung des Holzes;

5) Zusammenbau der Gegenstände aus möglichst kleinen Theilen;

6) Zusammenfügung und Spielraum für das Schwinden, um ein Zerreissen zu verhüten oder Einsetzen eines mechanischen Widerstandes gegen das Werfen;

7) Entfernen des Saftes aus dem Holze durch verschiedene Processe (Auslaugen, Auskochen, Ausdämpfen).

Aufbau der Modelle und Verleimen.

Im Baue der Modelle, der Combination, welche man den verschiedenen Faserlagen giebt, liegt der Kern der ganzen Arbeit; alles Andere ist das Gleiche, oft noch einfacher als bei der Möbeltischlerei, wo u. A. naturgemäss weit mehr auf äussere Vollendung gesehen werden muss.

Obwohl sich nur schwer Grundsätze für ein so mannigfaches Getriebe wie den Betrieb einer Modelltischlerei aufstellen lassen, so kann man doch, was die Kunst des Aufbaues von Modellen betrifft, Folgendes behaupten:

1) Die Fasern in den der Oberfläche des Modelles nächsten Holzschichten müssen in Ebenen liegen, welche der Oberfläche möglichst parallel sind; die Richtung der Fasern muss dabei noch ausserdem parallel der grössten Ausdehnung der Oberfläche oder des Theiles der Oberfläche, an dem die Fasern liegen, gehalten werden;

2) die Fasern des Kernes vom Modelle dagegen müssen normal gegen die Fasern der Hülle gerichtet sein, um das Modell nicht zu sehr dem Schwinden auszusetzen.

Natürlich lässt sich das Alles nicht in dem vollsten Maasse erreichen, sondern nur bei einfachen Formen; das vorher Behauptete bildet gewissermaassen das unerreichbare Ideal des Modellbaues.

Man sieht daraus aber immer, wie verfahren werden muss, um gute Modelle zu erhalten. Der Kern wird, wo es angeht, aus sich durchschneidenden Langhölzern gemacht, welche aussen mit normal darauf und parallel zur Oberfläche gelegten Schalen umgeben sind. Da die Holzfasern innerhalb gewisser Grenzen als gerade zu betrachten sind, so müssen unter Umständen die Hüllen des Modellbaues aus einer grossen Anzahl Stücke zusammengesetzt werden. Diese Stücke müssen um so zahlreicher sein, je mehr das fertige Modell infolge seiner Form und Dimensionen dem Quellen im Sande und dem Schwinden ausgesetzt ist.

Diese Vielfältigkeit im Baue der Modelle erlaubt es, verschiedenes Holz zu verwenden, und für diejenigen Theile, deren Schwinden möglichst zu vermeiden ist, solche Hölzer zu nehmen, welche nur ein kleines Schwindmaass besitzen. Regeln lassen sich darüber, wie über die Zusammensetzung der Modelle überhaupt, nicht geben; die folgenden Beispiele dienen dazu, die Sache zu erläutern.

Modelle für den Herdguss. Modelle, welche im Herde abgeformt werden sollen, müssen eine gewisse Festigkeit besitzen, um in den Sand durch Hammerschläge eingetrieben werden zu können. Diese Fähigkeit wird ihnen, ausser durch sorgfältigen Zusammenbau, durch passende Verstrebungen gegeben.

Häufig verstärkt man auch die Körper der Modelle in der Richtung der Vertikalen, also der Höhe (das Modell in der Lage des Einformens gedacht), und formt es natürlich nur bis zu einem gewissen Niveau ein.

Wenn eine grosse Platte, sei sie nun genau vierseitig und voll, sei sie im Umriss vielseitiger und mit Oeffnungen von beliebiger Form versehen, im Modell für den Herdguss dargestellt wird, so ist es dringend erforderlich, sie auf der Rückseite zu verstreben, indem man, gewöhnlich den Diagonalen der Rechtecke folgend, oder wenigstens der quer gegen die Faserlage der Bretter, aus denen das Modell besteht, laufenden Richtung Leisten von 40—65 mm Stärke und 80—130 mm Höhe aufsetzt, die man auch als Handhaben benutzen kann.

Bei Rahmen oder Gittern, z. B. Fenstern aller Art, macht man die Stäbe selbst etwas höher und legt auf die Rückseite desselben gekreuzte Leisten, welche die einzelnen Theile der äusseren Anschlagseite oder der Zarge mit einander fest verbinden und das ganze Modell vor dem Verbiegen schützen.

Die Herdgussmodelle erfordern im Allgemeinen ein etwas reichlicheres Schwindmaass, da der Herdsand loser gestampft werden kann als der in dem Kasten und der Guss sich leichter abkühlt. Eine Seite desselben verliert zwar ihre Wärme nach Aussen hin, aber man wartet bekanntlich kaum das Erstarren der Gussoberfläche ab, um dieselbe mit Sand zu bewerfen und das Abkühlen möglichst zu verzögern.

Um wieviel hier von dem gewöhnlichen Schwindmaasse abgewichen werden muss, kann in jedem speciellen Falle ermittelt werden, da Beschaffenheit des Eisens und des Sandes fast gleich stark das Schwinden beeinflussen.

Beschreibungen im Hinweise auf Abbildungen von Herdgussmodellen finden sich bei der Besprechung des Herdgusses selbst, wo seine hauptsächlichsten Gattungen erwähnt werden.

Einfache Modelle für den zweitheiligen Kastenguss. Im zweitheiligen Kasten — oder auf dem Herde mit darauf gelegtem Oberkasten — werden eine Menge von Gegenständen hergestellt, einfacher und complicirter Natur.

Als Gegenstände einfacher Natur kann man alle die bezeichnen, welche im Modelle nicht getheilt zu werden brauchen und welche keiner Kerne, d. h. besonders aus fettem Sande darzustellender und in die Sandform einzulegender Formstücke bedürfen.

Als solche einfache Gegenstände kann man zunächst ansehen:

glatte Platten, Leisten und Schienen, mit Falzen und ohne dieselben, mit Oeffnungen oder ohne dieselben;

durchbrochene und verzierte Platten, Luftgitter, ebene Treppentheile, Umwährungsgitter u. s. w., Roststäbe und ganze Ofenroste;

einfache Maschinentheile, Gleitschienen, Platten und Anker ohne Kerne, Lagerfutter u. s. w.

Alle diese Gegenstände müssen im Modelle nach allen Seiten hin eine vollendete Oberfläche zeigen und dürfen also keine Verstrebungen erhalten, die nicht zum Object an sich gehören. Es muss deshalb der Bau dieser Modelle so geschehen, dass dieselben ihre Form beim Gebrauche nicht alteriren. Dinge dieser Art, die sehr häufig vorkommen, also Falz- und Ofenplatten, Ofenschienen und Roste, Thüren und Zargen zu Kachelöfen, werden meist nach Metallmodellen geformt, die für glatte Dinge aus Gusseisen, für verzierte oft aus Bronce oder Messing bestehen. Ein mit Doppelschwindmaass versehenes genaues Holzmodell wird in dem betreffenden Material mehrfach sauber nachgegossen, der Guss leicht bearbeitet und als Formmodell in die Arbeit gegeben. Es fällt deshalb vielfach die Modellanfertigung für solche Dinge in die Absätze *E.* und *F.* und lediglich das Hauptmodell wird in Holz dargestellt.

Regel bei dem Baue dieser Modelle ist, die Grundform des Gegenstandes aus einem besonderen Stücke zu machen und die Verstärkungen dieses Grundprofiles besonders aufzusetzen.

Fig. 71 giebt die Darstellung eines Roststabes mit breitem Kopfe und einem ebensolchen Anlegestücke in der Mitte seiner Länge.

Fig. 71.

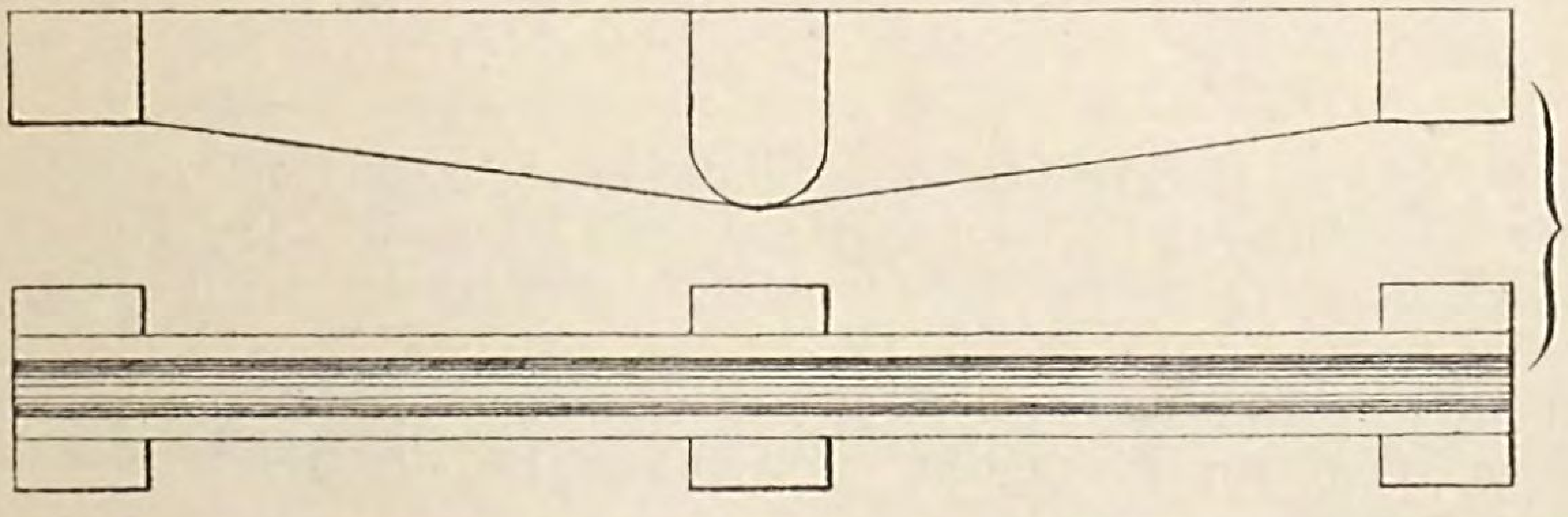
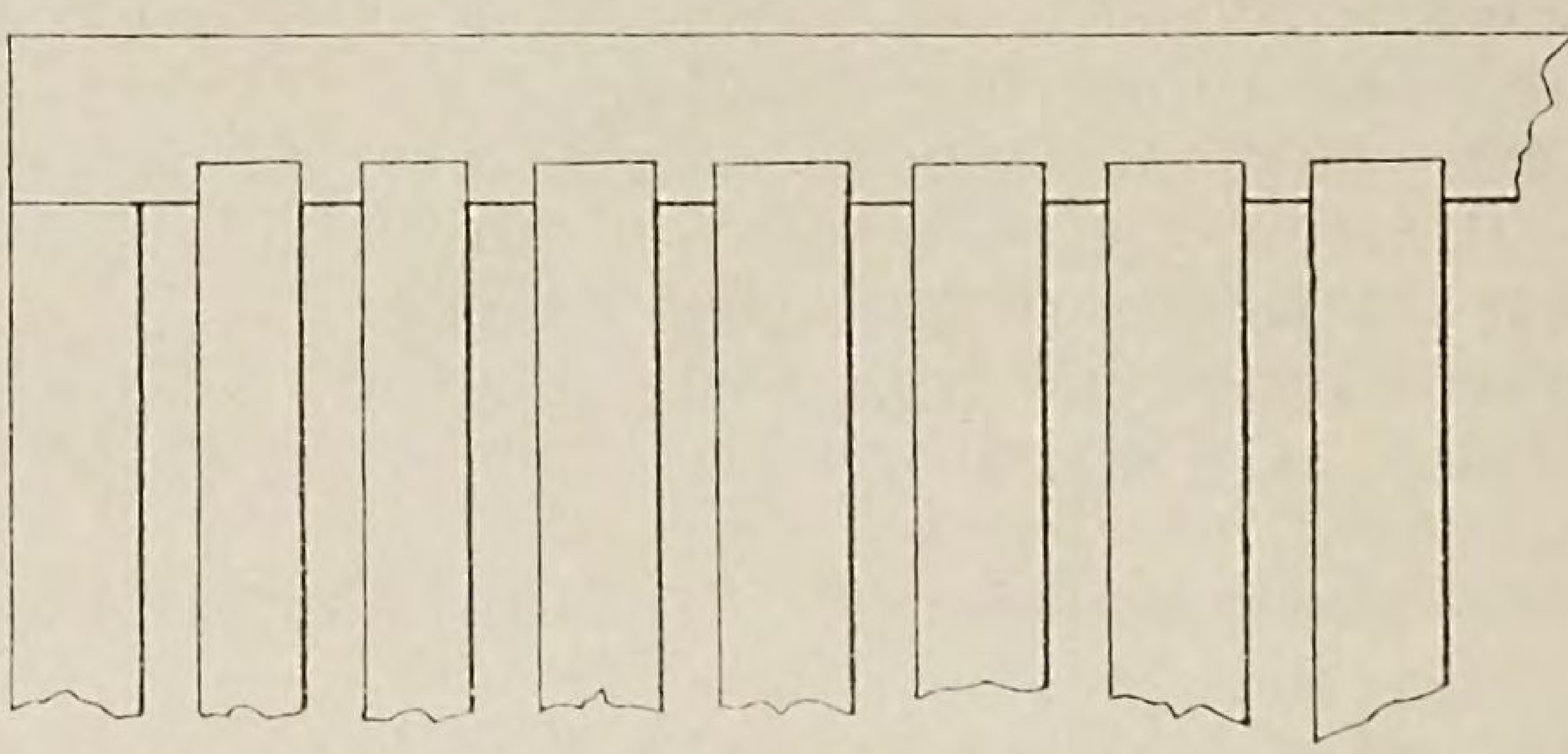


Fig. 72 zeigt die Verbindung von Roststäben mit einem Rahmen zu einem sogenannten Tafelroste, wie er in die Feuerungen der Zimmer- und Küchenöfen gelegt wird.

Die Stäbe sind an den Enden in den Körper des Rahmens eingelassen; diese Vorsichtsmaassregel, die mehr Zeit erfordert, ist unnütz, wenn man das Modell nur ein paar Mal zur Darstellung von eisernen Formmodellen benutzt. Dann stösst man Rahmen und Stabenden stumpf

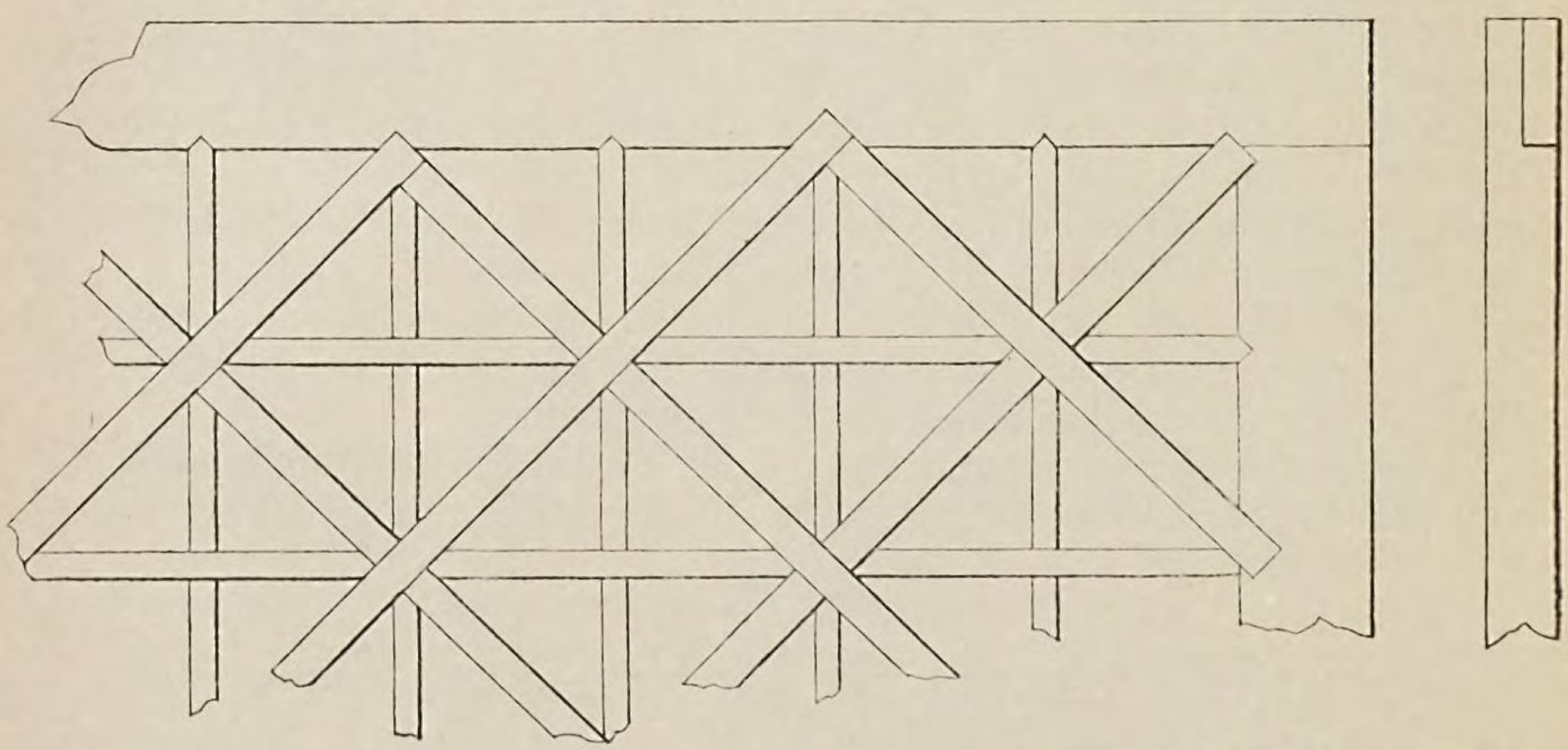
Fig. 72.



zusammen und nagelt höchstens die Letzteren fest, nachdem sie verleimt sind.

Fig. 73 stellt dar, wie man den Rahmen und die Stücke eines Belaggitters verbindet und verleimt.

Fig. 73.

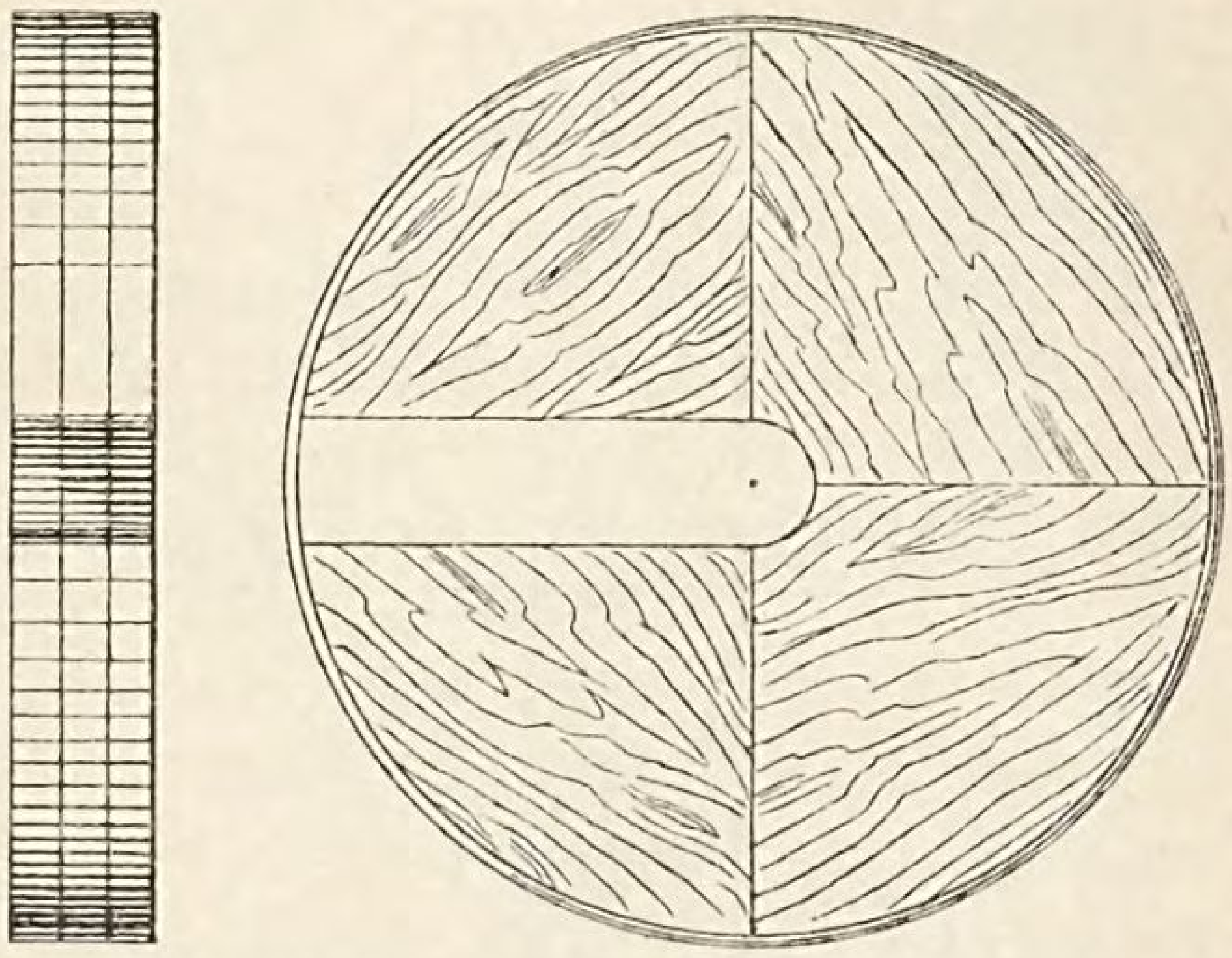


Wie man bei Scheiben und ähnlichen Körpern zu verfahren hat, wenn sie rund bleiben sollen, zeigt Fig. 74, das Modell einer Beschwerungsscheibe für einen Sicherheitsventilkasten. Allerdings dreht man häufig solche Dinge aus einem Bohlenstück heraus, ohne sich die Mühe der Zusammensetzung zu geben. Richtiger aber ist der angegebene Aufbau, dem wir in weiterer Vollendung bei den Rädermodellen begegnen werden.

Zusammengesetztere Modelle für den zweitheiligen Kastenguss zum Theil mit kleinen Kernen. Wenn die Gestalt eines Körpers so beschaffen ist, dass derselbe zum Theil im Oberkasten und zum

Theil im Unterkasten eingeformt werden muss, und wenn dabei der im Oberkasten liegende Theil zu stark ist, um das Abheben der Formhälfte ohne Beschädigung der Form zu gestatten, so theilt man das Modell in der Trennungsebene der beiden Kastenhälften.

Fig. 74.

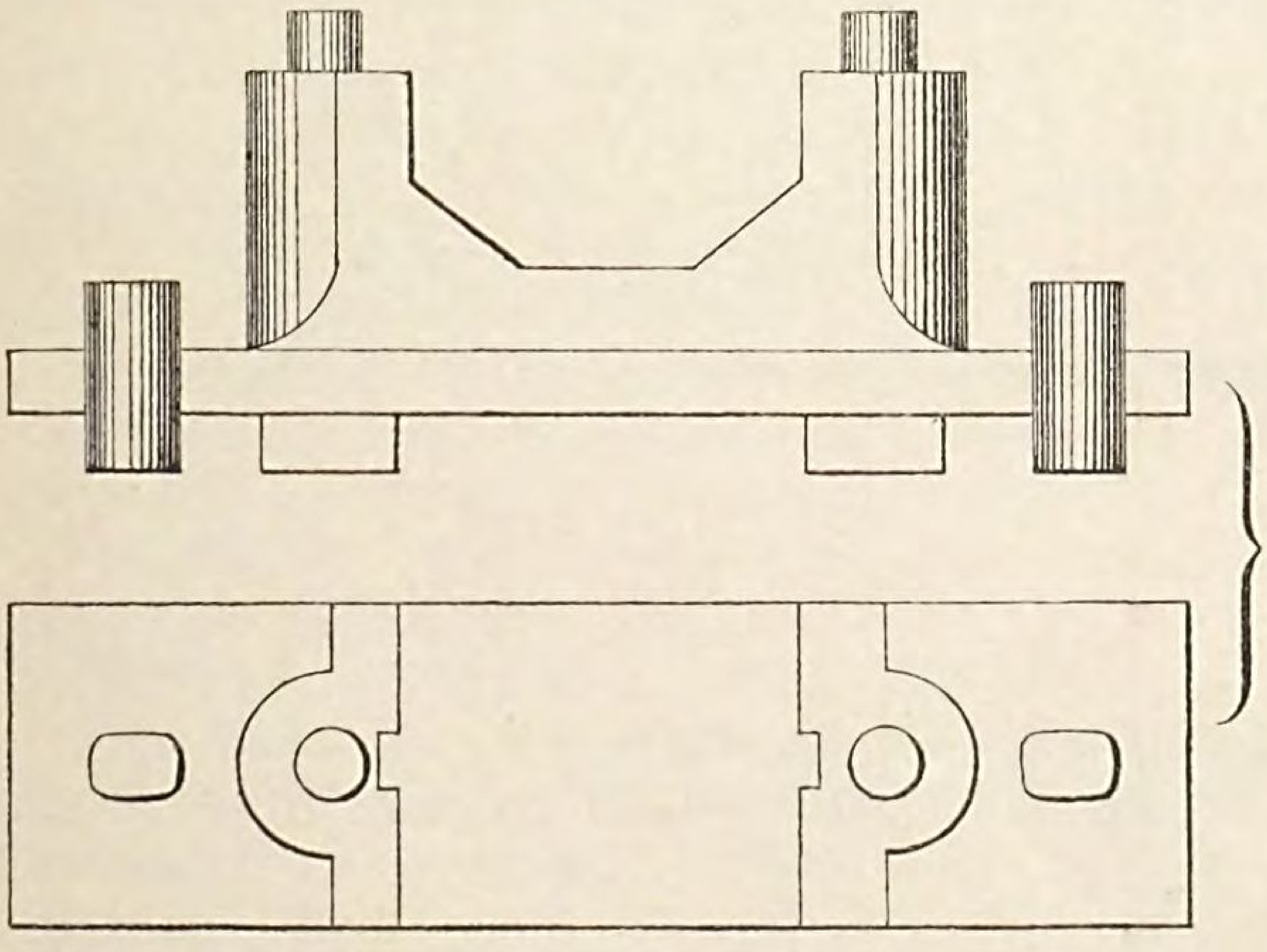


In solcher Weise werden z. B. Lagerständer, soweit man dieselben in gewöhnlichem Sande giesst, modellirt, ebenso eine Reihe anderer Maschinentheile, welche aufzuzählen zu weit führen würde und von denen doch einige später gelegentlich der Formmethoden zur Sprache kommen müssen.

In den nächsten vier Figuren sind derartige getheilte Modelle, immerhin noch einfacherer Bauart, dargestellt, zum Theil mit punktirter Trennungslinie.

Fig. 75 stellt das Modell eines Lagers vor, wie es für einfachere Mechanismen viel gebraucht ist.

Fig. 75.



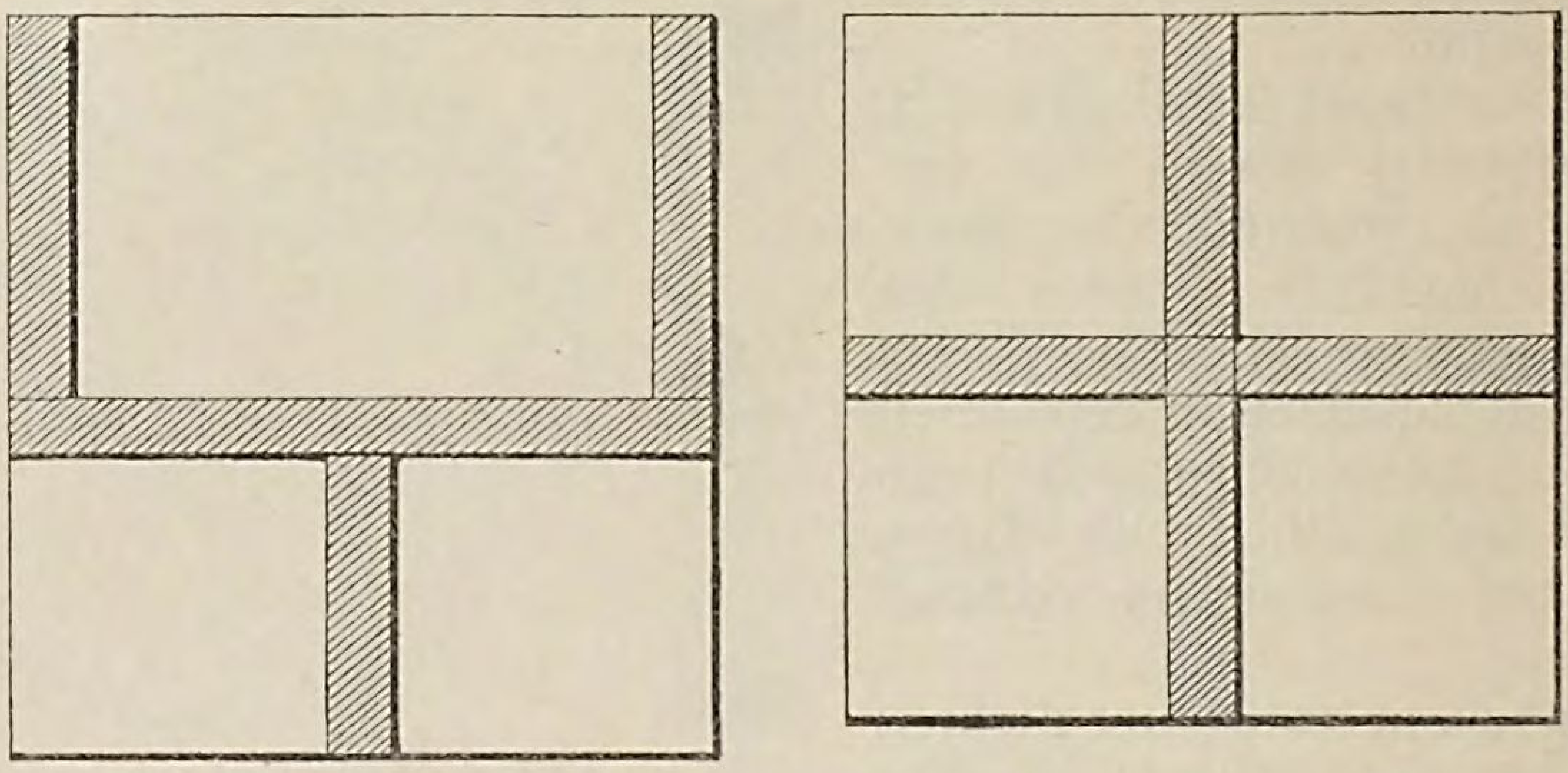
Man erkennt leicht die schraffirten Kernmarken sowohl über dem Lagerkörper selbst, als in der Lagerplatte.

Das Modell wird gewöhnlich so getheilt, dass die Lagerplatte im Oberkasten, der Lagerkörper im Unterkasten bleibt. Die Theilungsebene fällt daher mit der Oberseite der richtig aufgestellten Lagerplatte zusammen.

Fig. 76 stellt einen Mühltheil (Schale für ein Fusslager für stehende Wellen) dar, bestehend aus einem kastenartigen Gebilde, unter welchem sich ein Rippenkreuz befindet.

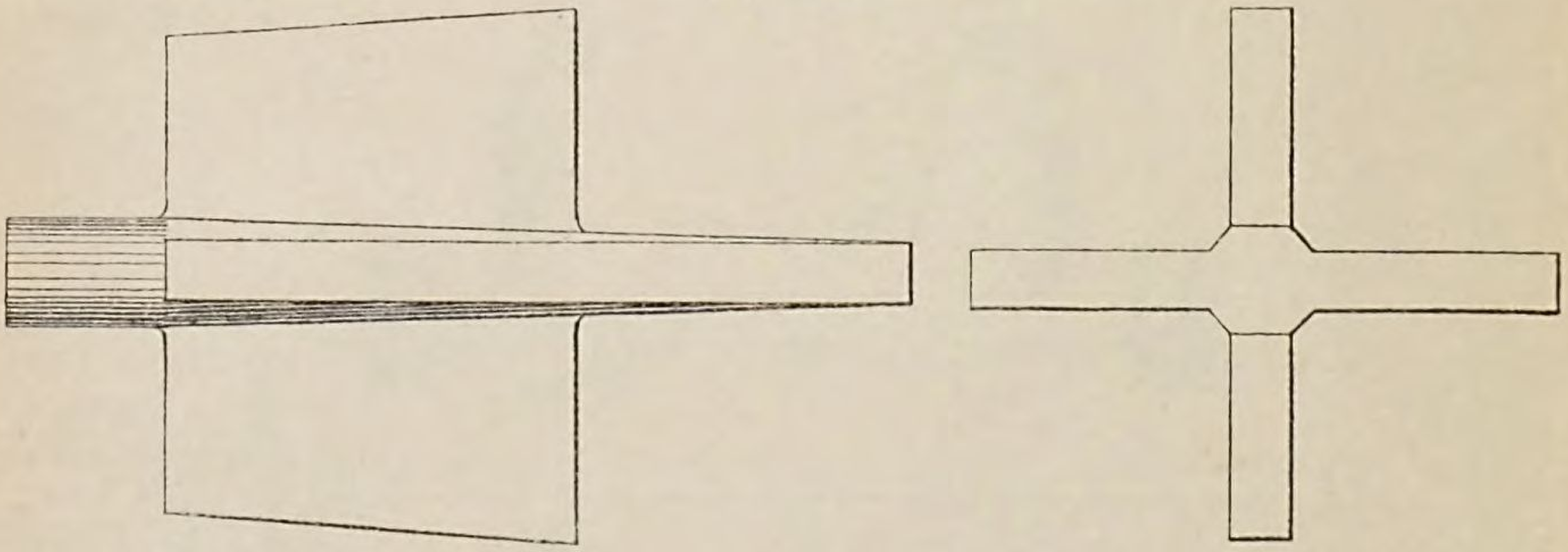
Letzteres ist ganz abtrennbar mit sammt dem Boden des Kastens und kommt in den Unterkasten, während das Rippenkreuz sich im Oberkasten befindet.

Fig. 76.



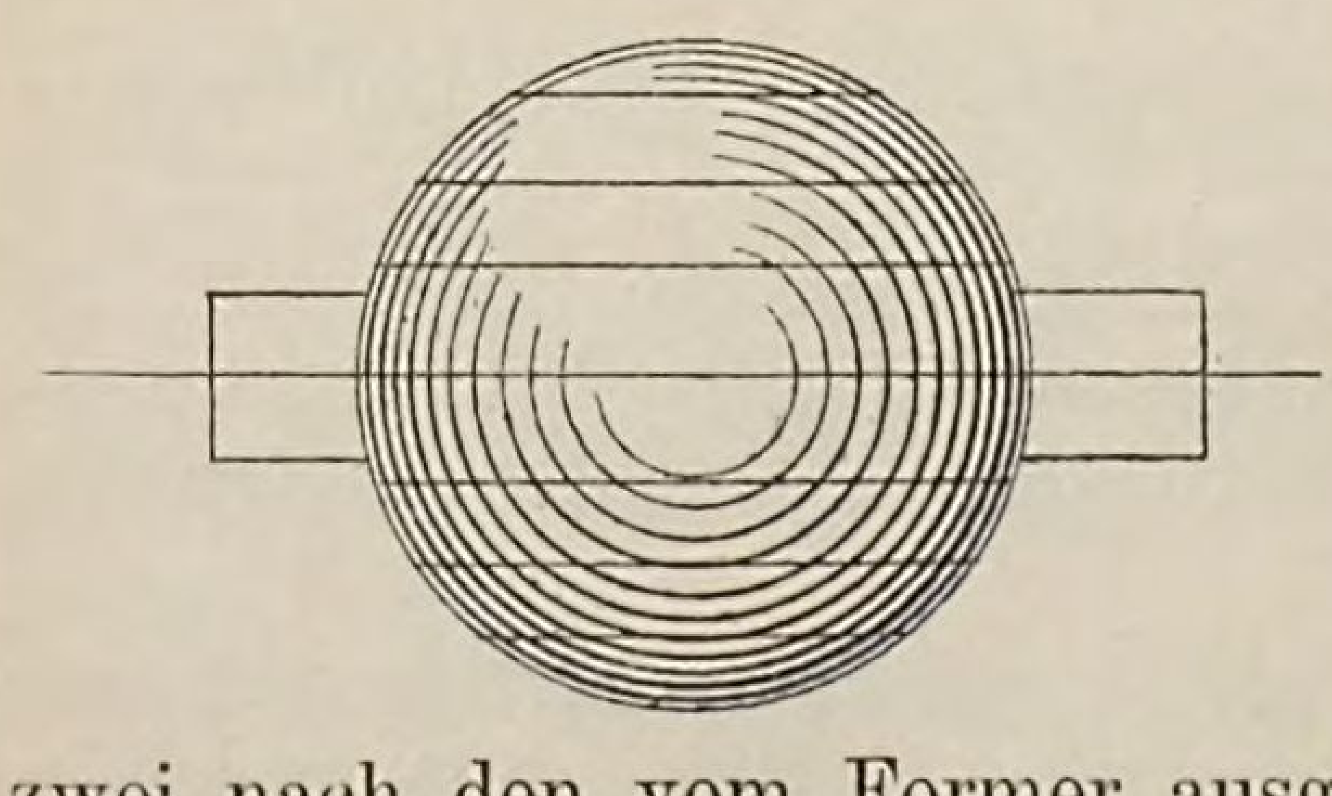
Der für dicke Wasserradwellen aus Holzstämmen beliebte Kreuzflügelzapfen Fig. 77 hat die kürzeren Flügel abtrennbar erhalten, von denen einer in den Ober-, ein anderer in den Unterkasten zu liegen kommt und für sich herausgezogen wird.

Fig. 77.



Das Modell des Kugelgewichtes Fig. 78 (auf einer Stange verschiebbar) ist ebenfalls halb getheilt in der Mitte des durchgehenden Kernes, so dass dessen Marken halb in den Ober-, halb in den Unterkasten kommen.

Fig. 78.



Das Verfahren bei der Anfertigung solcher getheilten Modelle ist stets dasselbe; wenn das Holz sorgfältig mit einander verleimt ist, wird der Gegenstand bearbeitet, bis seine Form deutlich erkennbar hervortritt. Dann schneidet man das Modell entzwei nach den vom Former ausgesprochenen Wünschen und bearbeitet die Schnittflächen möglichst genau, leimt dann die getrennten Theile

mit Papiereinlagen an einander und vollendet das Modell. Später sprengt man die Hälften aus einander, was wegen des zwischengeleimten Papieres gut geht, und reinigt die Schnittflächen, versieht sie (was auch vorher geschehen kann) mit Zapfen und Löchern und giebt sie zum Anstrich und zum Firnissen.

Natürlich kann man in einzelnen Fällen, wie z. B. bei dem Fig. 75 abgebildeten Lager, die Trennungsfläche in beiden Hälften des Modelles separat bearbeiten, da sie gewissermaassen nur die Fortsetzung eines Theiles der Oberfläche des Modelles ist, nämlich der Fussplattenoberseite.

Besonders kommt das Verleimen der roh bearbeiteten Modellhälften bei allen Gegenständen vor, deren Theilungsebene senkrecht auf die Hauptaussenfläche gerichtet ist, z. B. bei einigen prismatischen, allen cylindrischen und kugelförmigen Körpern.

Räder. Zu dieser Klasse von Körpern gehören ausser den verzahnten Rädern aller Art, also den Stirn-, Kamm- und conischen Rädern, ferner den Sperr- und Kettenrädern, die Seilscheiben, Riemenscheiben, die Schwungräder, Stellräder und schliesslich die Räder für Fuhrwerke aller Art.

Hierbei begegnet man schon grösserer Sorgfalt in der Darstellung der Modelle, denn

einmal sind Rädermodelle stets theuer und müssen deshalb wiederholt gebraucht werden können,

dann müssen sie genau und in den Abmessungen richtig hergestellt werden und bleiben,

endlich erfordert die Construction derselben oft eine mehrfache Theilung des Modelles, die seine Solidität leicht gefährdet, wenn durch sorgfältigen Bau nicht dagegen vorgebeugt wurde.

Aus allen diesen Gründen sucht man beim Aufbaue der Rädermodelle die Holzfasern so zu legen, dass die wichtigsten Flächen durch Schwinden nicht alterirt werden können.

Man sucht, wie u. A. schon Salzenberg in seinen Vorträgen über Maschinenbau 1842 angiebt, verschiedene Holzlagen durch Leim mit einander zu verbinden. Kränze kleiner Räder kann man dadurch herstellen, dass man Fournierholz in mehreren Dicken über einander und darauf dann die Zähne leimt oder nagelt, deren Faserrichtung aus anderen Gründen wieder eine andere ist.

Wenn die Kränze zu stark sind oder Fournierholz schwer zu haben ist, schneidet man aus Brettern bogenförmige Stücke heraus, deren Sehne mit der Faserrichtung zusammenfällt und deren Länge sich nach dem Radius richtet. Diese Bogen- oder Felgenstücke werden in mehreren Lagen mit verwechselten Fugen auf und neben einander geleimt, bis die Kranzbreite erreicht ist. Vergl. Fig. 79.

Fig. 79.

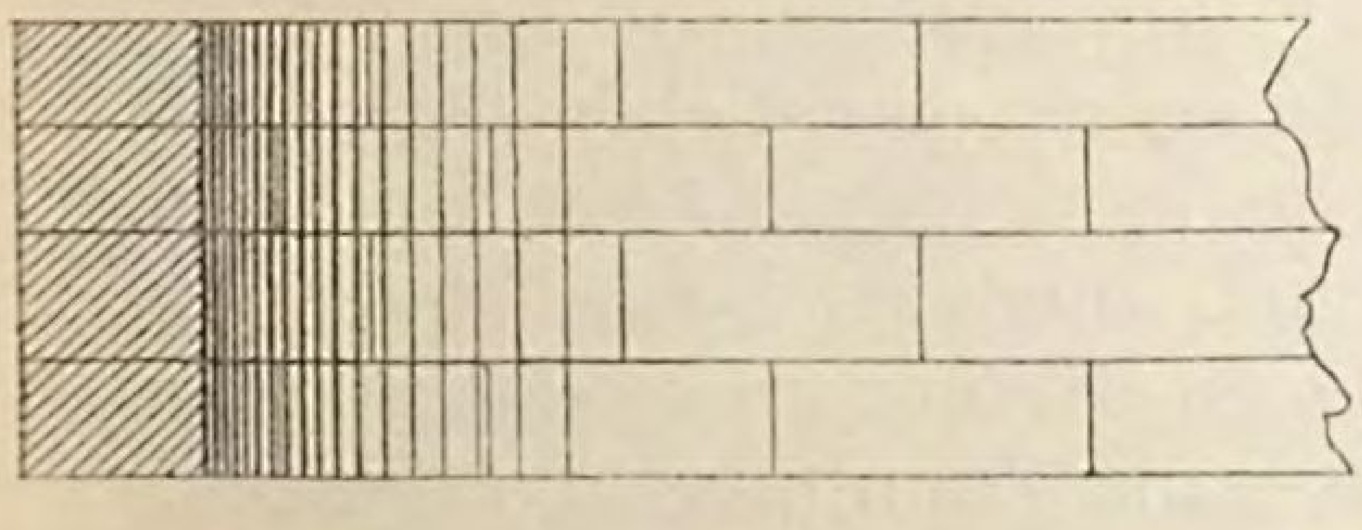
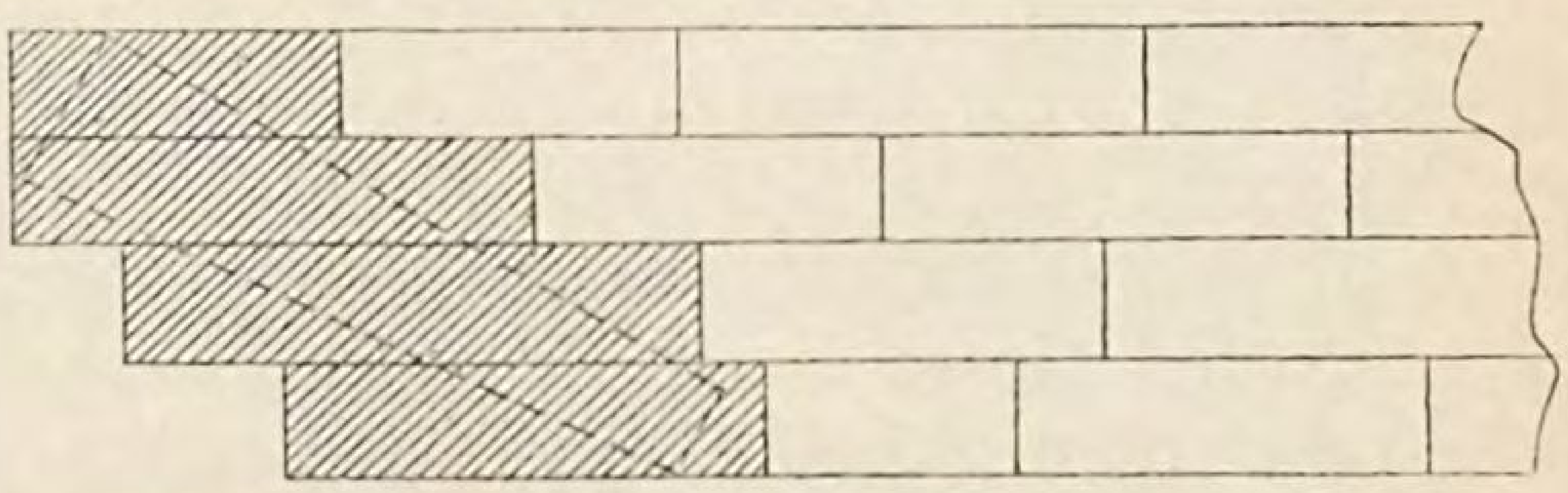


Fig. 80.



Ebenso verfährt man auch bei conischen Rädern, wie Fig. 80 andeutet.

Die Kränze der Stirnräder, conischen und Kammräder werden nicht getheilt — wogegen die der Riemenscheiben Fig. 81, Rollen Fig. 82 und Schnurräder Fig. 83 getheilt werden müssen, die Ersteren wegen der Breite und geringen Stärke ihrer Kränze und der Stellung der Arme genau in der Mittelebene des ganzen Rades —, die beiden Letzteren

Fig. 81.

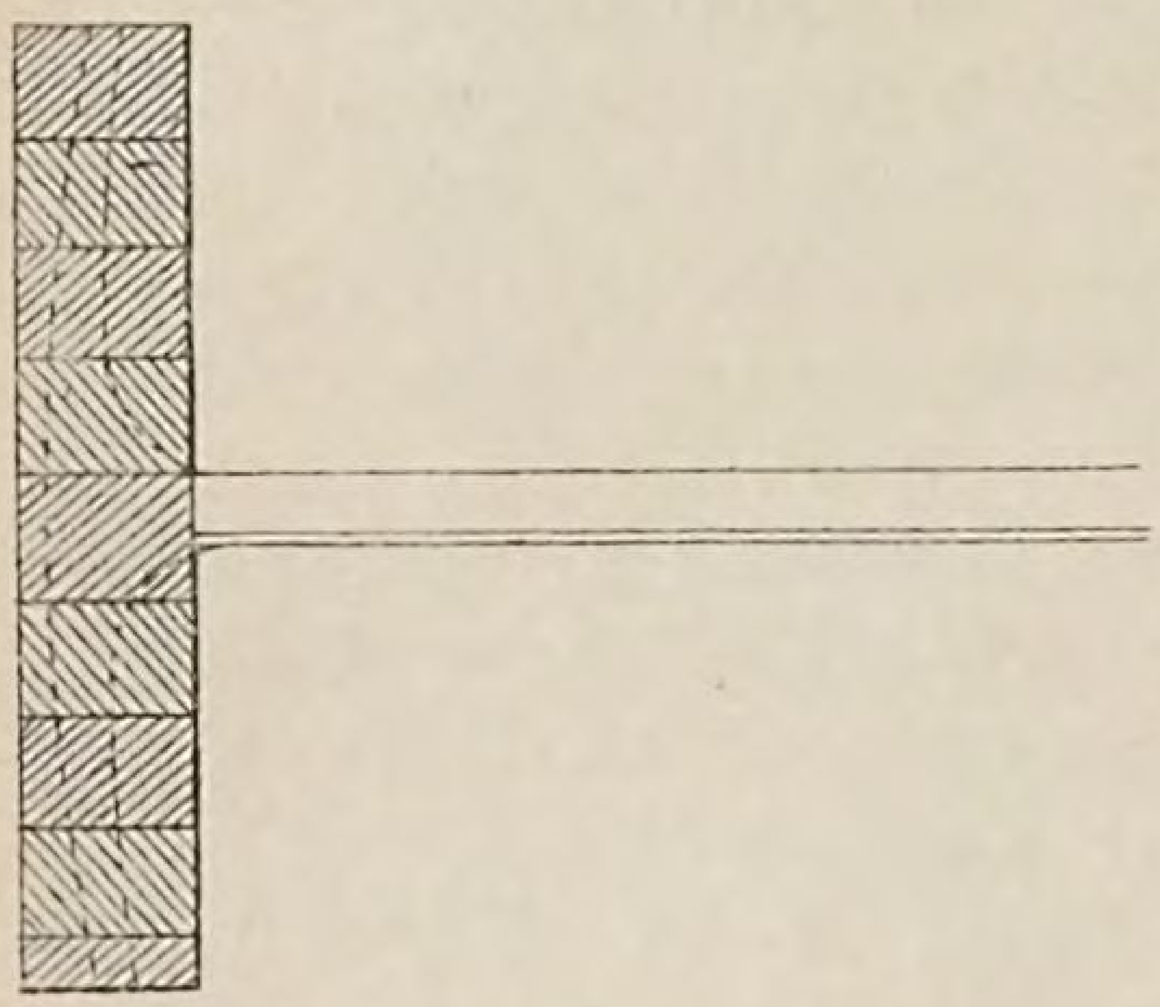


Fig. 82.

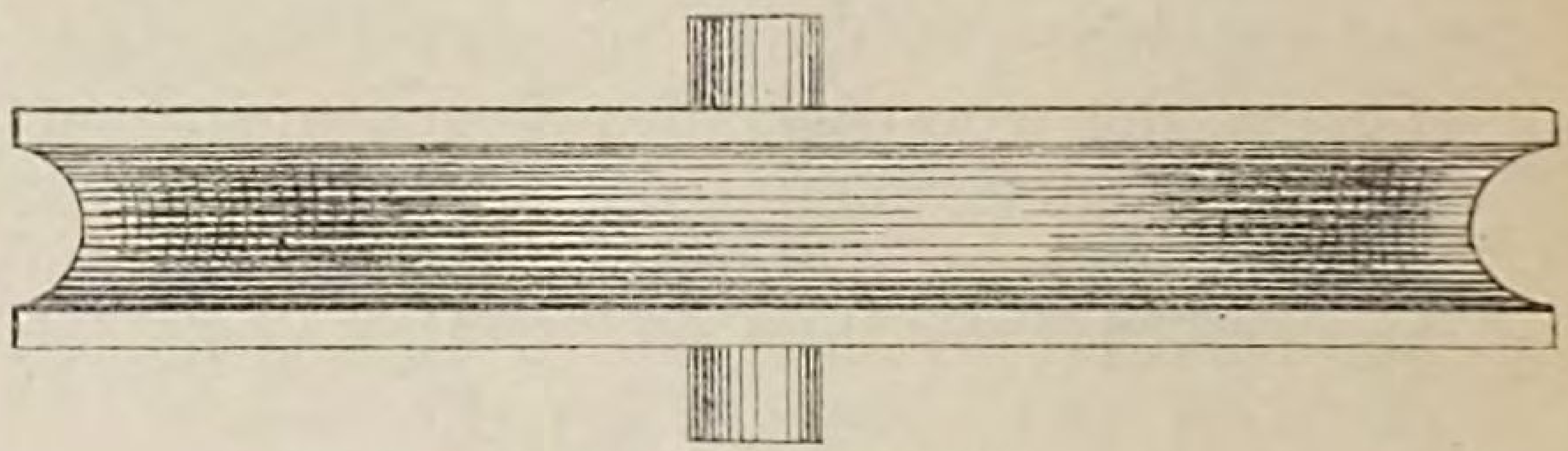
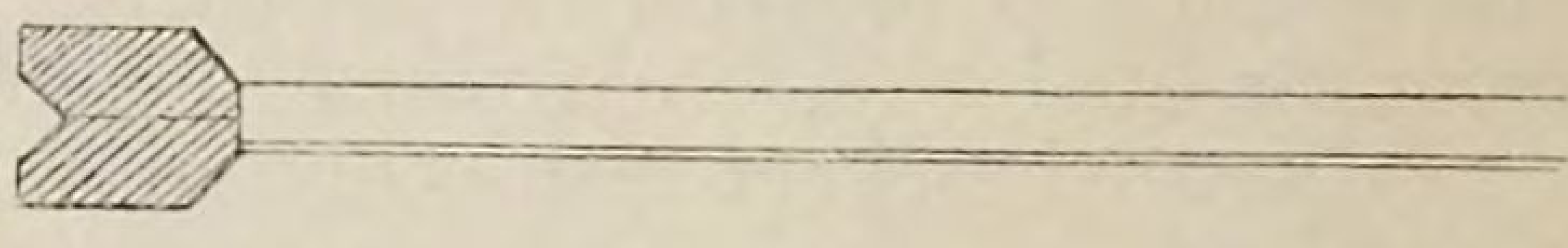


Fig. 83.



wegen der Concavität der äusseren peripherischen Fläche. Die Theilung wie auch zum Theil die Verleimung ist aus den Figuren leicht zu erkennen.

Die Zähne der Räder stellt man gewöhnlich aus langen Stäben dar, welche genau durch eine das Zahnprofil enthaltende Schablone gehen müssen und dann in Stücke zerschnitten werden, die der Breite des Zahnkranzes entsprechen. Die Befestigung auf demselben geschieht entweder durch einfaches Aufleimen oder durch Einschieben mittelst schwalbenschwanzförmiger Ansätze in entsprechende Nuthen des Kranzes.

Beide Befestigungsarten sind nicht praktisch, aber von der Anwendung der freien Handarbeit auf die Zahnmodellirung nicht gut zu trennen, da man nur schwer in dem Kranze des Rades die Zähne ausstechen kann, ohne sich besonderer Hülfsmaschinen, z. B. der Fraismaschinen mit Theilvorrichtung, zu bedienen.

Das Festnageln der Zähne auf den Randkranz, welches Salzenberg auch erwähnt, ist aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil beim Einschlagen der Nägel oder Anziehen der Schrauben die äussere Zahnperipherie auf jeden Fall leidet und in der Form des Zahnes sich dann Unregelmässigkeiten bilden müssen.

Bei der Anwendung von Rädertheil- und Schneidemaschinen, über welche bereits Wiebe (Maschinenbaumaterialien, Bd. II, S. 450—461) ausführlich berichtet, leimt man auf den aus den Felgenstücken hergestellten Radkranz eine die Zahnhöhe an Dicke übertreffende Schicht von glattem, am Besten hartem Holze, die Fasern parallel der Zahnbreite und den Zahnkanten aus vielen schmalen Stücken bestehend auf und dreht diese Schicht auf der Drehbank bis fast auf die Zahnhöhe ab, spannt das Rad auf die Theilscheibe und theilt es zunächst ein.

Ist dieses nach einer der verschiedenen Methoden geschehen, so fraist man mittelst einer passenden Fraise die Zahnintervalle heraus; wenn viel Zahnräder fabricirt werden sollen, muss man ein grosses

Sortiment von Fraisen haben, oder man ist gezwungen, die Intervalle nachzuarbeiten, was den ganzen Vortheil der mechanischen Darstellung aufhebt.

Diese Umständlichkeit der Herstellung von Zahnradmodellen, ihr hoher Preis und das erforderliche grosse Inventar an solchen, alle diese Umstände haben hauptsächlich darauf geführt, das Princip der mechanischen Darstellung direct auf die Formerei von Rädern anzuwenden und die Räderformmaschinen zu bauen, die sich allmälig eingebürgert haben und deren Betrieb von vielen Giessereien als Specialität cultivirt wird.

Die Arme der Räder und die Naben sind theils fest, theils abnehmbar; es richtet sich dies nach dem Baue des ganzen Rades und nach der Formmethode, die zur Anwendung kommen muss.

Bei symmetrisch gebauten Rädern, also den meisten Stirnrädern, Schwungrädern, Riemen- und Seilscheiben, erhalten die Arme regelmässige, also ovale, runde, kreuzförmige Querschnitte, deren Hauptsymmetrieebene immer mit der des Rades zusammenfällt.

Diese Symmetrieebene bildet für alle ovale und runde Armprofile die Theilungsebene der Formhälften. Bei den kreuzförmigen Armen ist sie aber derselben parallel, denn die in der Form waagerecht liegenden Rippen des Kreuzprofiles fallen vollständig in den Unterkasten und die Theilungsebene beider Formhälften fällt mit der oberen Fläche jener Rippen zusammen.

Man theilt die runden und ovalen Armmodelle nicht, dagegen löst man den oberen Theil des kreuzförmigen Querschnittes ab (wie die Flügel des Kreuzzapfens Fig. 77, S. 206) und hebt ihn mit dem Oberkasten ab, aus dem er später besonders entfernt wird. Dasselbe geschieht bei einseitigen oder unsymmetrischen Rädern mit T-förmigen Armquerschnitten, deren normal auf die Radachse gerichteter Theil in den Unterkasten kommt, während der andere sich abheben lassen muss. Bei Winkelrädern, wo die Zahnarbeitsflächen in den Unterkasten müssen, um beim Gusse dichter zu werden, liegt die betreffende Hälfte des T-Profiles an der Zahnspitze, während die lösbare Hälfte die Rückseite des Kranzes stützen muss.

Die Holzfaser läuft bei den Armen natürlich in radialer Richtung und verhindert das Zusammengehen des Kranzes, der sich allerdings dadurch im Gefüge allmälig lockern kann.

Die Naben werden den Armtheilungen entsprechend abnehmbar gebildet und es gilt für ihren Aufbau das im Folgenden über cylindrische Modelle Gesagte.

Cylindrische Körper, gleichgültig, ob für massive oder hohle Gussstücke, folgen beim Aufbaue ganz anderen Dispositionen als die eigentlich ebenfalls cylindrischen Räderkränze. Der Unterschied beruht darin, dass bei den hier gemeinten Gestalten das Verhältniss der Achsenlänge zum Durchmesser ein anderes ist und dass bei den Dampf- und Pumpencylindern, mehr noch bei Wellen und Walzen die Länge gegen den Durchmesser dominirt.

Die Modelle dieser Gegenstände müssen vor allem hinreichend stark sein, um während des bei horizontaler Lage geschehenden Einformens

gerade zu bleiben. Da man aber naturgemäss nicht daran denken kann, über einen bestimmten Durchmesser hinaus massive Modelle zu machen, so muss man ein verständig verbundenes Gerippe bauen, das mit einer später glatt abgedrehten Schale von Holz bekleidet wird.

Ein solches Gerippe besteht aus mehreren 3—6 Zoll starken Scheiben von recht festem Holze, die eine Schale von schmalen, aber dicken Brettstücken tragen und dadurch verbunden werden. Gut ist es, wenn die Flächen der Jahrringe möglichst mit der Peripherie des Modelles zusammenfallen, wenigstens, wenn sie ihnen ziemlich tangential bleiben, weil, da die Langfaser der Cylinderachse parallel laufen muss, so die möglichst geringe peripherische Schwindung stattfindet. Giessereien, welche viel derartige Modelle produciren, müssen sich die unter den Schalbrettern liegenden Bretter von starken Bäumen zu dem Behufe reserviren und in die passende Stabform zerschnitten aufbewahren. Dann steht ein hinlänglich trockenes Material zu Gebote, und man wird Modelle haben, die nicht nach kurzer Zeit schon offene Längsfugen zeigen, weil die einzelnen Stücke der Aussenschale geschwunden sind und sich von einander abgezogen haben.

Vorspringende Theile an cylindrischen Körpern, z. B. Flanschen an Dampf- und Pumpencylindern, an weiten Rohrleitungsstücken, Schieberkasten, so weit sie angegossen sind, müssen ihrer Form entsprechend aufgebaut und an die Grundgestalt des ganzen Gegenstandes angesetzt werden.

Die Theilungsebene geht durch die Achse des Cylinders und fällt, wenn der Cylinder nur an einer oder an zwei einander gegenüber liegenden Seiten Ansätze hat, mit der Hauptsymmetrieebene zusammen. Sind mehrere Ansätze vorhanden, namentlich solche, die zu einander rechtwinklig stehen, z. B. Dampfleitungsrohrstutzen, so müssen dieselben zum Theil abnehmbar sein, sofern sie nicht durch die Theilungsebene zerschnitten werden.

Erreichen indess solche complicirte Maschinentheile grösseren Umfang und kommen sie nicht allzu häufig vor, so ist es besser, sie in Lehm zu formen.

Rohrmodelle. Eine besonders umfangreiche Gruppe der cylindrischen Gestalten bilden die Rohre, die seit 30 Jahren etwa, seit der sich mehr und mehr verbreitenden Anlage von Wasserwerksanlagen, Gasanstalten und anderen Centralen, z. B. mit Luft- und Dampfvertheilung, einen Hauptartikel vieler Giessereien ausmachen, ja von einigen derselben sogar ausschliesslich in grosser Menge geliefert werden.

Man unterscheidet hierbei wieder mehrere Gruppen:

gerade gewöhnliche oder geläufige Rohrformen für die Leitungen der öffentlichen Gas- und Wasseranlagen, meist mit Muffenverbindung construirt;

gerade, aber nicht geläufige Rohrformen, für Dampfleitungen und für Wasserleitungen von nicht öffentlichem Charakter dienend, theils mit Muffen-, theils mit Flanschenverbindung construirt;

gekrümmte Formen und Façonröhren aller Art, zur Completirung der beiden vorerwähnten Gruppen oft unentbehrlich, doch in der Darstellung selbst von ihnen abweichend.

Die Modelle zur ersten Gruppe werden jetzt fast nur noch als Hauptmodelle in Holz gefertigt; nach denselben werden eiserne

Modelle gegossen und sauber abgedreht, die dann als Formmodelle dienen.

Der Aufbau von Rohrmodellen in Holz setzt eine Theilung nach einer durch die Rohrachse in ihrer ganzen Länge gehenden Ebene voraus; diese Theilungsfläche wird in den beiden Hälften durch eine ausreichend starke Unterlage getragen, sobald das Rohr nicht einen bedeutenderen, über 300 mm gehenden Durchmesser hat.

Man leimt den Rohrkörper entweder aus massiven Streifen von so grosser Länge als möglich zusammen und giebt innerhalb an mehreren Stellen und in ziemlich gleichen Abständen scheibenförmige Zwischenstücke, den Gliederungen des Schilfrohres ähnlich. Nach rohem Abdrehen werden die Hälften auf einander gepasst und mit Papierzwischenlage zusammengeleimt, dann das Modell fertig abgedreht und vollendet.

Formstücke, Kniee, Spundrohre, Ueberschieber und andere Theile werden natürlich ebenfalls so aufgebaut, dass die äusseren Holzfasern des Modelles der Oberfläche desselben und der Achse parallel laufen, während bei hinreichendem Durchmesser scheibenförmige Einlagen vorhanden sind, welche die Schale tragen.

Stutzen, Seitenarme u. s. w. werden ebenfalls getheilt, alle Flanschen müssen abnehmbar sein, dann müssen auch die Kernmarken immer hinreichend lang sein, um eine sichere Auflage zu gewähren. Bei der Beschreibung der Formmethoden findet sich vielleicht noch Gelegenheit und Veranlassung genug, das hier Mitgetheilte zu vervollständigen.

Anordnung und Einrichtung der Modelltischlereien.

Die Modelltischlereien, welche in früherer Zeit sich in Nichts von einer anderen grösseren Tischlerei unterschieden, haben neuerdings, besonders seit der Verbreitung der Holzbearbeitungsmaschinen, eine durchaus veränderte Physiognomie erhalten. Während eine Anzahl Hobelbänke und eine resp. zwei Drehbänke für eine Giesserei mittleren Ranges vollkommen ausreichten und alle Betriebsvorrichtungen der Modellfabrikation repräsentirten, während gleichzeitig keine andere Kraft angewandt wurde als die der Arbeiter, selbst zu den gröbsten und schwersten Arbeiten, hat man jetzt die Maschinenarbeit und die mechanische Bewegung möglichst ausgedehnt und die Handleistungen auf die Arbeiten des Zusammenbaues und der Vollendung zu beschränken gesucht.

Man benutzt zum Verschneiden der Bretter entweder eine Circularsäge oder, falls es sich um nicht gerade Umrisse handelt, eine Bandsäge, von welchen je eine genügt, die Arbeiter einer grossen Modelltischlerei mit vorgeschnittenem Holze zu versehen. Ausserdem wendet man, falls die erforderliche Krafttransmission vorhanden ist und viele grobe Maschinentheile vorkommen, eine Hobelmaschine an mit zwei oder vier Messern, die verstellbar, glatte Bretter von beliebiger Stärke liefert.

Doch kam dieser Mechanismus später erst vor und man liess die Bretter lieber durch Arbeiter vorhobeln.

Die Drehbänke müssen in ausreichender Zahl vorhanden sein, um gleichzeitig Stücke von verschiedenen Dimensionen herzustellen; man

wird also mindestens eine Drehbank für lange Rohre und Cylinder, eine andere für Gegenstände von sehr grossem Durchmesser und eine dritte für kleinere Dinge besitzen müssen. Die letzte gewöhnlichere Sorte muss unter den meisten Umständen in der Zahl vervielfacht werden, da sie am häufigsten angewandt wird.

Fraismaschinen kommen weniger oft vor, und kann man die dadurch bewirkte Arbeit auch auf Drehbänken ausführen, die mit einem besonderen Tische zur Führung des Gegenstandes, der gefraist werden soll, versehen werden können.

Die Constructionsprincipien, Transmissionsverhältnisse und andere Eigenschaften der genannten Maschinen für den Tischlereibetrieb sind hier nicht weiter zu besprechen, da deren Herstellung und Lieferung heut zu Tage von Specialwerken geschieht, welche die Fragen der Holzbearbeitung gründlich studirt haben. Es genügt daher, bei der Bestellung solcher Maschimen in renommirten Fabriken die Grössengrenzen der zu bearbeitenden Objecte anzugeben und die vorzugsweise angewandte Holzart.

Die übrigen Vorrichtungen bestehen lediglich aus Hobelbänken, deren Construction von der anderweitig angewandten sich nicht unterscheidet, deren Haupteigenschaften aber feste Bauart und hinreichende Grösse sein müssen. Die Letztere übertrifft die der gewöhnlichen Tischlerbänke um 300—450 mm in der Länge, 150 bis 300 mm in der Breite.

Wichtiger als etwaige Details über Holzbearbeitungsmaschinen sind Notizen über Anlage und Anordnung der Modelltischlereien. Es sind hierbei eine Menge Punkte zu berücksichtigen, welche alle dazu beitragen können, den Betrieb der Tischlerei und dabei den der Giesserei entweder zu erschweren oder zu erleichtern. Der Zeitaufwand des Hin- und Hertransportes der Modelle, die Aufsicht in den Modellmagazinen hängen häufig von der Disposition und der Leistungsfähigkeit der Modelltischlereien ab.

Ein schlechter Tischlermeister leistet allerdings auch in der bequemsten Werkstatt Nichts, aber ein ordentlicher Tischlermeister kann in einer übel eingerichteten Werkstatt vollkommen zu Grunde gehen. Es klingt das übertrieben, aber entsprach früher oft genug der Wirklichkeit und den Durchschnittsverhältnissen.

Wie bei allen Zweigen der Fabrikation ist auch hier die Arbeitstheilung eine der Hauptbedingungen der vollkommensten Ausnutzung aller Vorrichtungen und Mittel. Die Arbeitstheilung bedingt aber ihrerseits wiederum einen gewissen Raum zur Disposition des Arbeiters und eine dadurch erst mögliche Entlastung des Arbeiters von Nebenleistungen, die für die ganze Werkstatt von besonderen Kräften verrichtet werden können.

Dahin gehören z. B. der Transport der Bretter, das Verleimen grosser Massen, das Poliren und Vollenden der Modelle, das Abhobeln der Reissbretter u. s. f.

Wo der Arbeiter dieses bei jeder Arbeit zu verrichten hat, wird die eigentliche Arbeit mehr oder minder benachtheiligt und gestört; der Tischler soll seine Geschicklichkeit hauptsächlich dem Aufbaue der Modelle aus sorgsam ausgesuchten und dazu in verschiedener Form zuge-

schnitten aufbewahrten, vorräthigen Hölzern widmen, dieselben unter seiner Aufsicht verleimen lassen und dann den Modellkörper bis zur Vollendung ausarbeiten und die zweckmässigste Theilung bewerkstelligen. Wenn dies geschehen ist, nimmt ihm der Tischlermeister das Modell nach der Zeichnung ab und giebt es dem mit dem Poliren, Lackiren oder Anstreichen beauftragten Arbeiter, der am Besten ein alter gedienter, aber zum wirklichen scharfen Arbeiten nicht mehr hinreichend kräftiger Tischler sein kann.

Die Lehrburschen werden zunächst mit Vorrichten, Schneiden und Verleimen beschäftigt, auch giebt man ihnen zweckmässig kleine Modelle zu machen, die aus einem Stücke bestehen und keine Eile haben, um sie nach und nach in die selbständige Arbeit einzuführen.

Es ist sehr förderlich, wenn man den Lehrlingen eine sorgsam gewählte Stufenreihe von kleineren selbständigen Arbeiten giebt, die sie befähigt, rascher, als es auf dem alten zunftmässigen Wege möglich war, die Geeignetheit zum selbständigen Arbeiter, dem Gesellen, zu erwerben.

Die Lage der Modelltischlerei auf einem Werke richtet sich ganz nach dem Charakter der Hauptarbeiten. Bei Giessereien für Maschinenfabriken ist es zweckmässig, die Tischlerei neben den Constructionssaal zu legen und diesen durch eine Wand zu theilen in die Abtheilungen für die eigentlichen Constructeure und die für die Anfertigung der Werkszeichnungen. Neben dem Letzteren ist es weiter zweckmässig, den Raum für den Modelltischlermeister freizuhalten, wo das Aufzeichnen der Modelle auf grosse Bretter geschehen kann; dieser Raum kann nur durch Glaswände abgeschlossen sein, damit er die Uebersicht der ganzen Werkstätte ermöglicht. In dem eigentlichen Arbeitsraume besetzt man alle hellen Plätze, also zunächst den Fenstern, mit Hobelbänken und den Drehbänken, wobei die Letzten der zur Disposition stehenden Transmission entsprechend aufgestellt werden müssen. Bei Maschinen mit elektrischem Einzelantriebe ist man darin unabhängiger. Die dunkleren Stellen des Raumes besetzt man mit den Sägemaschinen und stellt gegebenen Falles noch einige Hobelbänke auf, welche zum Vorrichten dienen müssen.

An der Wand, welche die Anlage von Schornsteinen gestattet, bringt man die Leimküche an, wobei man sich vortheilhaft des Dampfes bedient und directe Feuerung vermeidet, nicht allein der Feuersgefahr wegen, sondern auch zur besseren Erhaltung einer guten Beschaffenheit des Leimes, der bekanntlich nicht anhaltend kochen darf.

Der Raum zur Aufbewahrung der Bretter ist möglichst neben die Tischlerei zu legen und auch der Modellboden, der Aufbewahrungsraum für die fertigen Modelle, muss in leichter Verbindung mit der Tischlerei sein, um unnützen Transport zu sparen. Am Besten liegt der Letztere zwischen Modelltischlerei und Hütte, so dass die Aufsicht der Tischlerei und des Modellbodens in einer Person vereinigt werden können, und dass bei der geringsten Reparaturbedürftigkeit eines eben gebrauchten Modelles dasselbe sofort in die Tischlerei wandert, ausgebessert und dem Modellmeister übergeben wird.

Die Modelltischlerei muss von der Hütte aus einen besonderen Eingang für die Arbeiter haben, der leicht zu übersehen ist, und ausserdem ein hinreichend grosses Thor, um die grössten Modelle herein- und hinausschaffen zu können.

Dass der Aus- und Eingang unter die Controle des Hauptportiers vom Hüttenwerke fällt, ist dabei selbstverständlich.

Die Heizung der Modelltischlerei ist der Feuersgefahr wegen besonders schwierig. Luftheizung anzuwenden, ist nicht immer möglich und oft zu kostspielig, ebenso Heisswasserheizung. Für Werkstätten, die in der Nähe von Maschinen liegen, ist Dampfheizung in allen Fällen vorzuziehen, sobald man ausserdem bedacht ist, die Tischlerei hoch zu legen und ihr über einen anderen Arbeitsraum, z. B. der Drehwerkstatt oder der Schlosserei, Platz anzuweisen.

Muss mit Oefen geheizt werden, so empfehlen sich die neueren Füll- oder Schüttöfen grösserer Dimension, weil sie nicht alle Augenblicke geschürt zu werden brauchen und doch mehr Wärme verbreiten, als steinerne oder Kachelöfen.

Die Grösse der Modelltischlerwerkstätte ist schwer in ihrer Abhängigkeit vom Umfange des ganzen Werkes, seiner Productionssumme und der Arbeiterzahl zu bestimmen. Sie richtet sich nach den Specialitäten des Werkes, der Erforderniss grosser und kleiner Modelle, sowie der Ausdehnung, welche die Lehmformerei und andere modellersparende Schablonenarbeiten in der Werkspraxis erhalten haben.

Indessen reichen für den Dienst einer ziemlich grossen Giesserei mit 5 000 000 kg der verschiedenartigsten Producte 25 Tischler bequem aus; gewisse Formartikel und Sonderarbeiten können auch noch gesteigert werden, ohne die Zahl der Tischler vermehren zu müssen.

Es ist bei obiger Voraussetzung angenommen worden, dass circa 20 Proc. der Production in neuem Maschinengusse, 20 Proc. in Röhren-, 20 Proc. in Topf- und anderem geläufigen Gusse, 20 Proc. in Platten und verwandten Gegenständen, endlich 20 Proc. in schwerem Lehmgusse u. s. w. bestehen. Es sind also nur 40 Proc., die vorzugsweise die Modelltischlerei in Anspruch nehmen, während 60 Proc. vorwiegend nach metallenen Formmodellen dargestellt werden.

Man wird mithin bei der Anlage einer umfänglichen Giesserei gut thun, die Tischlerei zur Aufnahme von 25 Tischlern einzurichten, d. h. für einen Raum zu sorgen, der es gestattet, 25 Bänke, ausserdem noch mindestens 3 Drehbänke und 2 Sägen ausser anderen etwa noch beliebten neueren Holzbearbeitungsmaschinen aufzustellen.

Wieviel sich dann an Raum herausrechnet, ist schwer im Allgemeinen zu sagen, da die Beleuchtungsfrage mitspricht und jeder Fall sich anders gestaltet. Nimmt man an, dass für jede Hobelbank etwa 9 qm Raum (den Arbeiterplatz und die Communication mit eingeschlossen) nothwendig sind, so würde man für 25 Bänke einen Raum von 225 qm gebrauchen. Rechnet man dazu für die Sägen und die Drehbänke noch rund 90 qm, so erhält man im Ganzen 315 qm, welche einer Grundfläche von etwa 15 m Breite und 21 m Länge, besser noch von 12 m Breite und 26,25 m Länge, entsprechen. Ein solcher Raum, an beiden

Langseiten beleuchtet, würde sonach genügen, um 25 Tischler nebst dem Tischler- und Modellmeister unterzubringen.[1])

In der Mitte bringt man *die Sägen* an und *die beiden grossen Drehbänke*, während *die kleineren Drehbänke* am Fenster stehen müssen. Um die Sägen herum stapelt man das *vorgeschnittene* Holz auf, und an der Decke kann man auf Hängewerken *eine Partie unbeschnittener Bretter* im Vorrath halten.

Ist ein Bodenraum über der Werkstatt, so dient dieser als Holzmagazin für den unmittelbaren Bedarf, während das angekaufte Material besser und praktischer im Freien, doch unter Dach oder irgend einer genügenden Bedeckung gelagert wird.

Aufbewahrung der Holzmodelle.

Eine der wichtigsten und wegen der leichten Zerstörbarkeit des Materiales auch *ernstesten* Fragen ist die der Aufbewahrung von fertigen, bezw. gebrauchten Holzmodellen, *die Einrichtung der Modellböden* und die Verwaltung des darin niedergelegten, oft riesigen Kapitales.

Es machen sich erst in neuester Zeit verständige Grundsätze bei der Ordnung dieser Angelegenheit geltend, während in früherer Zeit vielfach, besonders auf alten Werken, ohne allen Plan verfahren worden ist. Man packte die gebrauchten Modelle auf die disponiblen *Bodenräume* der nicht gerade feuergefährlichen Betriebslocalitäten und hatte oft an sechs und mehr verschiedenen Stellen des Werkes Modelle liegen, unter denen nur *ein* Mensch, der Modellmeister, Bescheid wusste und auch nur in dem Falle, wenn die betreffende Person ein gutes Gedächtniss besass. Nach und nach, wenn der Vorrath wuchs, meist aber zu spät, versuchte man auf solchen Werken zusammenhängende Räume disponibel zu machen und Ordnung in die Sache zu bringen; trotzdem blieb aber immer ein namhafter Theil des Vorrathes, weil nicht mehr genau gekannt, werthlos. Man machte *neue* Modelle, wo es genügt hätte, an *einem vorhandenen Modell* einige kleine Veränderungen vorzunehmen; man wusste oft von einem beliebigen Modelle einfach nichts, weil es in irgend einem Winkel des Modellbodens verkramt und vergraben lag.

Die *Hülfe gegen solche Zustände* besteht einzig und allein in einer möglichst erleichterten Uebersichtlichkeit der Aufstellung, einer

1) *Wiebe* (Maschinenbaumaterialien u. s. w., Bd. 1, Abth. 2, S. 488) rechnete für jede Hobelbank, die man in einer Modellwerkstatt aufstellen will:

1) an Werkplatz für die Hobelbank mit dem Raume für die Werkzeuge	rund	1,8 —2,2 qm
2) an Raum für Hülfsmaschinen	„	0,50—0,70 „
3) „ „ zum Verleimen grösserer Gegenstände und zur Leimküche	„	1,00—1,5 „
4) an Raum für Schleifsteine u. s. w.	„	0,2 —0,3 „
zusammen	rund	3,5 —4,7 qm.

Eine Modelltischlerei von 25 Hobelbänken würde hiernach 87,5—117,5 qm Raum erfordern, um die nöthige Räumlichkeit zu gewähren.

Diese etwas knappe Feststellung dürfte dem Minimum, die oben gegebene dem heute zu beanspruchenden Mittelwerthe an erforderlichem Raume entsprechen.

ganz genauen, mit Skizzen versehenen Katalogisirung der Modelle und einer steten Aufsicht.

Damit ist zu verbinden ein Aussondern aller Modelle von nicht genauer Bezeichnung, nachdem sie Jahre hindurch nicht gebraucht worden sind. Im Modellbuche ist deswegen die jedesmalige Uebernahme durch die Giesserei und die Rückgabe zu verzeichnen, um leicht den Grad der Gebräuchlichkeit eines Objectes beurtheilen zu können.

Die Aufzählung und Eintragung der Modelle in das Modellbuch oder das Modellverzeichniss, die Katalogisirung, ist in zweierlei Weise zu bewirken:

einmal nach den Namen der Besteller und bleibenden Eigenthümer, welche entweder die Modelle eingesandt oder welche durch Bezahlung der Modellkosten ein Eigenthumsrecht an den Modellen erworben haben;

dann nach der Bezeichnung, die im Leben für die betreffenden Dinge geläufig ist.

Es brauchen dazu nicht zwei vollständige Kataloge in der Art neben einander geführt zu werden, dass alle Gegenstände in Beiden vorkommen, sondern es ist besser, alle Modelle in zwei Gruppen zu scheiden und für jede einen durchaus alphabetisch gehaltenen Katalog zu führen. Der eine enthält nur Bestellernamen und dahinter die zusammengehörenden Theile der Bestellungen, der andere dagegen führt maschinell-technische Bezeichnungen der Gegenstände mit Skizzen und Dimensionsangaben.

Der erste Katalog kann auch für anderweitige Verwendung der Modelle brauchbar gemacht werden, indem man demselben eine Art Repertorium oder Nachschlageverzeichniss anhängt, welches hinter ähnlichen Bezeichnungen wie im zweiten Kataloge die Seiten nachweist, wo unter den Bestellungsgruppen bestimmte Sorten von Gegenständen zu finden sind.

Der Modellmeister trägt die Modelle in die Verzeichnisse ein, sobald er sie aus der Giesserei erhält; sind sie beschädigt und gehören sie in die erste Klasse, so giebt er sie erst nach der Modelltischlerei; gehören sie in die zweite Klasse, so nimmt er sie ohne Weiteres an.

Die Zutheilung zur ersten oder zweiten Klasse bestimmt eine Angabe des Betriebsbeamten im Bestellungsbuche, welche der Giessereiaufseher in die Arbeitsbücher der Former und später vielleicht auch in die Abnahmenotiz für die Producten- und Kassenverwaltung zu übertragen hat.

Hierfür wird übrigens jede Verwaltung ihre besonderen Gewohnheiten in der Betriebsbuchführung wohl beachtet sehen wollen.

Aus den Arbeitsbüchern der Former entnimmt der Modellmeister die Notiz und verfährt danach.

Diese und weitere Organisationsfragen kommen im vierten Theile des Werkes noch zur Sprache.

Was nun den Bau der Modellschuppen oder -Magazine selbst anbetrifft, so macht man dieselben gern nach der Aussenseite der Hütte ohne Fenster, um jeden Frevel zu hindern, lässt sie dagegen nach der Innenseite zu dem Lichte und der Luft vollkommen offen, um ein Stocken des Holzes zu vermeiden. Sind mehrere Stockwerke erforderlich, so packt man die fremden Modelle in die

erste und zweite und reservirt das Parterre für die Modelle der zweiten Gruppe; jedenfalls ist es gut, Beide von einander so zu sondern, dass Verwechselungen nur sehr schwer sind.

Für einzelne zahlreich vorkommende Formen, z. B. Säulen, Rohre, Räder u. s. w., macht man besondere Abtheilungen in den Hallen, und mit Hülfe starker Gestelle oder Gerüste sondert man im ganzen Hause, an jeder Stelle, die kleineren Modelle von den dazu gehörenden grossen. Kommen sehr schwere Modelle vor, so bringt man in dem Modellschuppen eine Winde an, welche einen Luftschacht beherrscht, der durch alle Stockwerke geht und zur Beförderung dieser schweren Modelle dient. Es ist nothwendig, den Dachraum des Modellbodens feuersicher und doch luftig zu machen, weshalb man gern in den Giebelseiten des Hauses, wenn sie nicht feuersprühenden Apparaten zugewendet liegen, grosse Fensteröffnungen anbringt, welche nicht verglast werden. Das Dach selbst muss aus glatten Ziegeln gedeckt sein, um von aussen her keine Feuersgefahr befürchten zu lassen; es muss doppelt gelegt werden, um in keinem Falle Regen und Schneewasser durchdringen zu lassen, und muss sehr solid gebaut sein, um auf allen den eingebauten Böden belastet werden zu können.

Eiserne Modellschuppen in der Art zu bauen, wie manche Holzmagazine der Artilleriewerkstätten, sobald sie in Festungen liegen, wird der Kostbarkeit der Construction wegen wohl selten geschehen; dagegen wäre es die Frage, ob eiserne Dachgespärre, Böden und Gerüste nicht vortheilhaft erschienen?

Man kann erwidern, dass ein gutes Dach und starke Mauern jede äussere Gefahr abhalten, und dass es bei der Aufbewahrung von an sich so feuergefährlichem Materiale, wie es Holzmodelle sind, gleichgültig erscheinen könnte, ob der innere Ausbau mehr oder minder feuerfest gemacht würde.

Für die Aufbewahrung von werthvollen Holz- und daneben auch Metallmodellen baut man besonders umschlossene Räume ein; es ist überhaupt gut, das Haus, wenn es etwas gross ist, durch gemauerte, mit Thüren versehene Giebelwände zu theilen und so mehrere isolirte Abtheilungen zu bilden.

E. Von dem Giessen und Treiben der Metall-Hauptmodelle und dem Vollenden derselben.

Bei der Betrachtung der Modellzeichnung und des Entwurfes wurde bereits auf die Darstellung metallener Modelle hingewiesen.

Sie beschränkt sich nur auf die Gegenstände, welche häufiger vorkommen und welche oft auch ihrer schlanken Umrisse und geringen Masse wegen der Abnutzung sehr ausgesetzt sind, also oft ausgewechselt werden müssen.

In erster Linie gehören alle Poterie, ein grosser Theil der Oefen und verwandte Hohlformen hierzu; dann in zweiter Linie die verschiedenen Gitter und Verzierungen, sowie oft wiederholte Artikel des Baugusses, endlich auch viele Munition, wiewohl bei Letzterer das Holz sehr häufig als Material der Hauptmodelle gedient hat, deren Herstellung alsdann dem Kapitel der Modelltischlerei anheimfiel.

Besonders interessant ist die Darstellung hohler Modelle, welche für kleinere Formen fast immer durch den Guss, für grössere durch Guss und Treiben, für sehr umfängliche nur durch Treiben stattfindet.

Die Darstellung der übrigen Hauptmodelle gleicht dem einfachen Abgusse jedes anderen Gegenstandes insofern, als nach einem zerbrechlichen Thon- oder Wachsmodelle, oft mit Holztheilen combinirt, ein Metallabguss gemacht wird, der, sorgfältig bearbeitet, später das eigentliche Hauptmodell abgiebt, im Falle der Gegenstand oft vorkommt und vielfach wiederholt wird.

Beim Giessen ist überhaupt mehr mechanische Wiederholung, während beim Treiben der Modelle eine künstlerisch-freie Gestaltung des Modellmateriales stattfindet, welche deshalb auch nur in geübten Händen oder unter Zuhülfenahme von Pressen gute Resultate liefert.

Das Treiben von Blech und Eisen.

Diese Arbeit wird, wo sie noch stattfindet, theils aus freier Hand, theils unter Mitanwendung von mechanischen Vorrichtungen ausgeführt; auch werden verschiedene Temperaturen angewendet.

Das kalte Treiben von Eisenplatten aus freier Hand ist die älteste und kunstvollste dieser Arbeiten und wurde früher fast ausschliesslich zur Darstellung der Rüstungen und Defensivwaffen gebraucht und dabei auf einen hohen Grad der Vollendung gebracht.

Demnächst führten die Kunst- und Bauschlosser des Mittelalters und der Renaissance das Treiben in Eisen in die Architektur ein und lieferten die reichverzierten Gitter, die in alten Bauwerken noch immer bewundert werden.

Das Treiben aus freier Hand im Allgemeinen besteht in der richtig disponirten Anwendung mehr oder weniger leichter Schläge auf ein Metallblatt, wobei dasselbe auf einer verschieden geformten Ambossfläche aufliegt. Jeder Schlag wird so geführt, dass eine Biegung durch Verschieben der Substanz geschieht und der nächste Schlag muss die Biegung in der vorgeschriebenen Richtung fortsetzen.

Gewöhnlich schlägt man mit einem Hammer mit flacher oder schwach gewölbter Bahn, während die Auflage des Blattes ein in einen Schraubstock geklemmtes Instrument ist, das in einem runden Knopfe endigt.

Dadurch wird die Convexität in der Art herbeigeführt, dass auf der Seite des Hammers das Blatt convex, auf der anderen concav ausfällt. (Vergl. Karmarsch-Fischer: Mechanische Technologie, I, 307.)

Diese Form- und Querschnittsveränderung geschieht ganz allmälig und den Eigenschaften des zu treibenden Metalles angemessen; Kupfer, welches weich und zähe ist, wird verhältnissmässig stärker getrieben als Messing und Neusilber, und diese Legirungen können wiederum stärker angegriffen werden als Eisen oder Stahl.

Leichte Gegenstände aus dünnerem Bleche behandelt man mit fast spitzen Hämmern von kreisrunder, leicht convexer Bahn auf Ambossen von starker abgerundeter, fast halbkugelförmiger Spitze.

Für fein ornamentirte Sachen bedarf man grösserer Sortimente von Hämmern und entsprechenden Ambossen, die gewöhnlich in starke

Schraubstöcke eingespannt oder in einen grösseren Amboss eingelassen werden.

Bei dergleichen Dingen arbeitet man aber vorwiegend aus freier Hand und die Haltung des Metallstückes in der linken Hand muss ebenso der beabsichtigten Wirkung entsprechen, wie die Führung und die Wucht des Schlages der rechten.

An diese Arbeiten schliesst sich das Drücken und Stauchen auf Drehstühlen und Drehbänken, welche Arbeit unter Anwendung oft höchst sinnreicher Handwerkzeuge, namentlich sogenannter Rollenzangen, zu grösster Vollendung gediehen ist und besonders in Fabriken für emaillirte Blechwaaren u. s. w. betrieben wird.

Die ausserordentliche Plasticität neuerer Eisen- und anderer Metallarten ermöglicht in neuester Zeit die anscheinend unglaublichsten Umgestaltungen, was Jeder zugeben wird, der z. B. die Herstellung von Aluminiumfeldflaschen aus einem keineswegs besonders vorgerichteten Stücke zu beobachten Gelegenheit hatte.

Das Treiben breiter Platten zu hohlen Formen geschieht dagegen selten ganz ohne andere Hülfsmittel als Hammer und Amboss. Man arbeitet heiss vor und biegt die Form im Rohen heraus, dann giesst man die Höhlung mit Blei oder Pech aus und vollendet nun von aussen, der convexen Seite, her die Gestalt durch leichtere, aber zahlreiche Schläge.

In solcher Weise fertigte man Kürasse und Helmköpfe, und ebenso geschieht die Darstellung von bestimmten Ofentheilmodellen des heutigen Giessereibetriebes, von Wasserausgussmodellen, Modellen zu Closettrichtern und verwandten Gegenständen, welche keine regelmässige Gestalt besitzen.

Formen dieser Art sind in jedem Preiscourant abgebildet, wo sich eine Zusammenstellung verschiedener Hohlgefässe und Oefen befindet.

Bei kleineren Formen und bei solchen, die oft vorkommen, z. B. bei der Poterie, wendet man zur Modellherstellung oftmals Schlagwerke oder Pressen an. Das Princip dieser Vorrichtungen ist dasselbe, was in der Metallprägekunst und bei dem Stanzen von Metallwaaren angewendet wird. Eine Schraube mit steilem Gewinde wird durch einen Balancier mit Schwungkugeln in fester Mutter auf und nieder bewegt und trägt am unteren Ende die in einer beliebigen Führung gleitende Patrize, welcher eine Matrize in fester Lagerung entspricht. Stark convexe Sachen verlangen mehrmalige Behandlung in solcher Presse und gleichzeitig die Anwendung höherer Temperaturen.

Die Topfmodelle in Lauchhammer u. a. a. O. wurden früher nach diesem Principe hergestellt und erzielte man dabei sofort Formmodelle, da ein Hauptmodell naturgemäss da nicht gebraucht wird, wo die Formmodelle auf anderem Wege als dem des Gusses angefertigt werden.

Die Modellanfertigung bestand hierbei aus verschiedenen Stadien:

1) Darstellung eines Holzmodelles, welches genau das Innere des Gefässes (unter Berücksichtigung von Gusseisenschwindmaass und Schmiedeeisenschwindmaass) vorstellt. Dieses Modell wird in zwei gleiche

Hälften, der Achse nach, zerschnitten und giebt zwei Patrizenmodelle, die ohne Weiteres in Eisen gegossen werden können;

2) Darstellung eines Matrizenmodelles, welches dem Patrizenmodelle genau concentrisch, aber um die Metallstärke des Topfes weiter ist. Man kann beide Modelle so anfertigen, dass man zuerst das Patrizenmodell und die Eisenstärke zu gross abdreht, dann mit Gyps umgiesst und die Eisenstärke auf der Drehbank abnimmt. Der Gypsumguss bildet dann das Modell der Matrizen und wird direct eingeformt;

3) Darstellung der eigentlichen Topfmodelle aus schweisswarmem Bleche in der Presse; zunächst Schweissen, nachdem eventuell vorgebogen worden ist; dann Nachstanzen und Poliren bei niedriger Temperatur; schliesslich Beschneiden und Zusammenpassen zweier Modellhälften.

Die Einrichtung zur Fabrikation solcher Modelle ist derjenigen nachgeahmt, welche früher zur Darstellung von gestanzten Blechgeschirren gebraucht wurde; seit es gelungen ist, diesen Artikel in grösseren Mengen und vortheilhaft herzustellen, haben sich auch die Blechmodelle für Poterie mehr und mehr eingebürgert.

Doch ist seit jener Zeit die Herstellung gusseiserner Poterie überhaupt sehr zurückgegangen und die Wichtigkeit der hier geschilderten Modellherstellung überhaupt hat ausserordentlich abgenommen.

Soll zur Herstellung der Hauptmodelle der Weg des Gusses eingeschlagen werden, so verfährt man auf zweierlei Weise: entweder arbeitet man ein Holzmodell massiv aus, welches die Aussenfläche darstellt, und macht danach eine Form, in welche dann ein besonders hergestellter Kern eingelegt wird. Dieser Kern entsteht, indem man das massive Modell aus der zerlegten Form nimmt und in dieser Form, die gehörig geschwärzt wird, den Kern aus fettem Sande auffüllt, ebenfalls herausnimmt und von seiner Oberfläche so viel losschabt, als die Metallstärke einschliesslich des zum Abdrehen zuzugebenden beträgt. Dann setzt man die Form zusammen, giesst sie mit Metall (Messing, Bronce, auch Gusseisen) aus und bearbeitet das rohe Modell auf der Drehbank bis zu einem gewissen Grade, theilt es dann, setzt Stifte ein und macht die Passflächen vollkommen fertig. Das nun zusammengekittete Modell wird fertig aus- und abgedreht, von Neuem getrennt und danach dann eine Reihe von Formmodellen gefertigt.

Das primitive Holzmodell muss natürlich doppeltes Schwindmaass haben, damit die Formmodelle richtig sein können.

Der andere Weg der Darstellung ist namentlich bei grösseren Modellstücken einzuschlagen; man wählt dann zur ersten Formgebung die Lehmformerei, macht genaue Schablonen zu Kern und Mantel und dreht die Form in nicht zu fettem Lehm auf das Sauberste aus, indem man das doppelte Schwindmaass und die Zugabe zum Abdrehen berücksichtigt. Dieser Weg ist einfacher, stört aber den sonstigen Betrieb einer Lehmformerei oft sehr empfindlich, so dass es oft praktischer sein kann, die erste Methode einzuschlagen, die übrigens der Topfformer selbst ganz gut ausführen kann. Das Beste ist, die Urmodelle in der Gelb- oder Metallgiesserei des Werkes anfertigen zu lassen, um so mehr, als sie oft aus diesem Material hergestellt wurden und noch werden.

Bei dem Gusse der Hauptmodelle und der getheilten Metallmodelle überhaupt ist es aber nothwendig und besonders zu betonen, dass man **vor** dem Theilen wie auch **nach** demselben die beiden Flächen des Modelles bearbeiten muss, wenn das Modell rund sein soll.

Bei den kalt geschlagenen Modellen ist diese Vorsicht nicht nöthig, obwohl auch hier ein Richten der getheilten und im Zusammenpassen vollendeten Modelle vortheilhaft ist.

Abweichend von den bisher vorzugsweise betrachteten Modellen für hohle und dünnwandige Gegenstände sind die Modelle für Rohrguss und Munition beschaffen, bei denen die innere Höhlung durch besonders angefertigte Kerne vorgestellt wird.

Hier kommt es nur auf die Aussenfläche des Objectes an, während Wandstärke und sonstige Verhältnisse sich lediglich nach der Formmethode, der zulässigen Schwere des Modelles u. s. w. richten.

Das Hauptmodell ist hierbei auch von Holz und auf einfaches Schwindmaass eingerichtet; man kann durch das Poliren der Modelle und durch sorgfältige Behandlung bei dem Abgiessen der Formmodelle eine grosse Zahl der Letzteren herstellen, ehe das Hauptmodell reparaturbedürftig wird.

Auch werden sämmtliche Formmodelle ohnehin abgedreht, so dass geringe Differenzen in den Dimensionen leicht verschwunden sein können, ehe die Modelle zur Abnahme gelangen.

Das Material für die Röhrenmodelle ist jetzt meist nur Gusseisen, während das für die Munitionsmodelle harte Bronce sein muss, um den Anforderungen der Artilleriebehörde zu entsprechen und die Dimensionen constant zu behalten.

Die Hauptmodelle müssen unter speciellster Aufsicht des Modellmeisters stehen und dürfen den Formern nie längere Zeit überlassen bleiben. Am Besten ist es, einen zuverlässigen Mann, z. B. den Formermeister einer Kameradschaft, mit dem Formen und Giessen der Modelle zu beauftragen, sobald welche in der Giesserei nöthig werden. Die Hauptmodelle müssen mit den betreffenden Nummern des Modellkataloges u. s. w. versehen sein und in bester Ordnung aufbewahrt werden, um alle Irrungen und Missverständnisse zu vermeiden.

F. Von der Darstellung der Formmodelle aus Metall.

Nach dem Vorstehenden ist über die Darstellung der Formmodelle wenig mehr zu sagen; die technischen Wege sind dieselben wie bei der Fabrikation der Hauptmodelle und die ökonomischen Gesichtspunkte ebenfalls.

Es bleibt nur zu wiederholen, dass das Material sich für jeden Gegenstand nach Gestalt und Formmethode richtet, dass für reich verzierte oder exacte Dinge, sobald sie oft vorkommen, auch beim Formmodell Bronce oder Messing genommen werden muss, dass man in den meisten anderen Fällen mit weichem Gusseisen auskommt, wenn nur die Hauptmodelle recht fein behandelt worden sind.

Zu vermeiden sind Legirungen aus Blei und Zink, Blei und Antimon, Blei und Zinn für alle Dinge, die schwache Profile und

grosse Ausdehnungen haben, z. B. Gitter und andere architektonische Zierathen; dagegen kann man sich dieser Legirungen zu Füllungen in Holz- oder Eisenmodellen bedienen und zu Verzierungen auf Blechmodellen für Ofenkörper u. s. w., obwohl hierbei Messing oder Bronce, wenn nicht Gusseisen noch widerstandsfähiger sich erweisen.

Die Formmodelle aus Metall müssen stets unter guter Aufsicht gehalten werden und können, da sie bei richtiger Behandlung eine fast unbegrenzte Dauer haben, in Betreff der Reparaturen den Arbeitern zur Last gestellt werden.

Bei Holzmodellen lässt sich leider derselbe Weg nicht einschlagen, obwohl muthwillige Beschädigungen oft genug vorkommen; doch ist die Grenze der Dauer hier unbestimmter und enger gezogen.

Von Interesse für die Darstellung der currenten Modelle ist es, einen Ueberblick über die in einer mittleren Giesserei vorkommenden Sortimente grösstentheils metallener Modelle zu gewinnen.

Dazu bietet ausser den Preislisten der einzelnen Giessereien, soweit es sich um Fachwerke handelt, einzig das vielfach erwähnte Buch Guettier's Gelegenheit, welches nach den Katalogen der vorzüglichsten und bedeutendsten Giessereien nordfranzösischer und benachbarter westeuropäischer Bezirke nachstehendes kurzes Verzeichniss an Gegenständen und Dimensionen zusammenstellt.

a) Geschirre.

Pfannen und Tiegel mit und ohne Füsse:

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
Durchm.	100	117	138	154	177	188	202	211	225	230	250	288 mm
Tiefe	44	51	55	60	72	76	85	92	100	104	108	118 „
Gewicht	0,60	1,00	1,50	1,75	2,10	2,58	3,00	3,50	4,00	4,50	5,30	6,75 kg.

Ovale Tiegel:

Nr.	10	12	15	18
Länge	225	245	285	295 mm
Breite	160	188	215	225 „
Tiefe	85	90	112	115 „
Gewicht	4,00	4,00	5,00	6,00 kg.

Schmor- und Bratpfannen, längliche Form:

Nr.	16	18	20	25	30	35	40
Länge	280	290	300	310	325	335	360 mm
Breite	200	210	215	225	245	255	280 „
Tiefe	115	115	122	125	134	142	150 „
Gewicht	7,25	8,25	9,25	10,05	12,50	15,00	17,50 kg.

Kuchenschüsseln, flache:

Nr.	18 und	30
Durchm.	330	375 mm
Tiefe	35	55 „
Gewicht	7	11 kg.

Backschüsseln:

Nr.	10	15	20	25
Durchm.	228	282	314	360 mm
Tiefe	78	95	102	106 „
Gewicht	4,25	6,50	9,00	10,50 kg.

Gerade Töpfe:

Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg
1	105	70	0,50	22	300	230	10,00
4	180	140	1,60	25	308	240	11,50
5	185	145	1,75	30	340	260	13,00
6	190	145	2,50	35	355	270	15,00
7	208	150	3,25	40	385	285	18,00
8	218	155	3,95	45	400	294	19,50
9	230	167	4,25	50	418	308	20,00
10	240	180	4,75	60	438	320	24,00
12	245	182	5,50	70	464	330	29,00
14	262	190	6,60	80	474	345	30,00
16	272	196	7,25	90	520	355	34,00
18	295	208	8,25	100	535	378	37,00
20	295	224	9,00				

Bauchtöpfe, breite Form:

Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg
6	130	100	2,25	21	285	200	8,75
7	160	130	3,00	25	302	210	10,00
8	180	135	3,25	30	330	225	13,25
9	190	145	3,75	40	355	225	15,25
10	200	150	4,25	50	370	280	18,50
11	210	155	4,50	60	395	270	21,25
12	225	160	5,25	70	408	285	25,25
15	245	175	6,75	90	435	315	28,00
18	270	185	8,25				

Grapen oder Kessel:

Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg
5	225	108	2,00	20	415	205	9,50
6	240	120	2,75	24	445	225	11,00
7	258	128	2,90	28	475	235	12,00
8	272	135	3,50	33	505	240	14,00
9	288	145	3,75	40	535	260	15,50
10	316	158	4,25	50	560	280	18,00
12	336	165	5,50	60	580	300	22,00
14	370	180	6,50	70	600	315	30,00
16	390	188	7,50				

b) Oefen und Zubehör.

Runde Oefen mit Ringöffnung zum Aufsetzen eines Ofentopfes:

Nr.	Durchmesser mm	Höhe mm	Gewicht kg	Nr.	Durchmesser mm	Höhe mm	Gewicht kg
8	238	305	18	14	335	335	37
10	278	335	22	16	360	360	42
12	305	335	24				

Ovale Oefen mit einem Ofentopfe:

Nr.	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Gewicht kg	Nr.	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Gewicht kg
12	300	278	258	20	18	375	315	280	30
14	320	285	260	24	20	390	335	285	33
16	360	295	265	28	25	420	380	300	49

Ofentöpfe, mit Ringen zum Einhängen:

Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Nr.	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg
8	200	168	4,0	16	262	212	6,5
10	218	188	4,5	18	278	222	7,5
12	290	194	5,0	20	285	234	8,0
14	252	208	5,5	25	300	240	10,0

Rumford'sche Kamineinsätze:

Nr.	Breite mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Nr.	Breite mm	Tiefe mm	Gewicht kg
1	335	390	12	5	475	445	20
2	390	445	14	6	520	445	22
3	420	445	16	7	550	530	24
4	445	445	18	8	580	530	26

Bratofeneinsätze:

Nr.	Länge mm	Höhe mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Nr.	Länge mm	Höhe mm	Tiefe mm	Gewicht kg
1	305	292	95	9	4	445	390	115	13
2	390	335	100	10	5	475	415	125	14
3	415	362	105	11					

Rostherde mit festem oder losem Roste:

Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg
121,5	88	2,00	189,0	92	3,75
135,0	88	2,30	192,5	92	4,00
148,5	88	2,70	206,0	94	4,30
162,0	90	3,00	219,5	94	4,70
175,5	90	3,30	233,0	95	5,00

Runde Roste für Oefen und Herde:

Durchmesser mm	Gewicht kg	Durchmesser mm	Gewicht kg
81	0,20	183	0,95
108	0,30	190	1,10
115	0,35	197	1,20
122	0,40	204	1,30
129	0,45	211	1,40
135	0,50	216	1,50
142	0,60	230	1,75
149	0,65	243	2,00
156	0,70	257	2,30
162	0,75	270	2,40
169	0,80	284	2,50
176	0,90		

Tafelroste, mit Füssen:

Breite mm	Länge mm	Gewicht kg	Breite mm	Länge mm	Gewicht kg
135	189	2,00	189	297	4,25
135	216	2,50	189	325	4,50
135	243	2,75	189	352	4,75
135	270	3,25	189	389	5,00
135	297	3,50	216	270	5,00
135	325	3,75	216	325	4,00
162	143	2,25	216	352	5,50
162	189	2,50	243	297	5,00
162	270	3,00	243	352	5,50
162	297	3,50	243	379	6,00
162	325	4,00	243	433	6,80
162	352	4,30	243	500	7,50
189	270	4,00			

c) Grösserer Hohlguss.

Guettier bespricht hier nur die Sandgusskessel, die in Frankreich wie auch am Rhein und in Belgien in ziemlich grossen Sortimenten fabricirt werden:

Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg
430	285	17—18	575	300	30—32
500	350	23—25	550	400	32—35
500	390	25—28	620	475	45—48

Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg	Durchmesser mm	Tiefe mm	Gewicht kg
650	600	55—58	800	620	70—72
700	620	58—60	900	700	90—95
750	600	65—68			

d) Andere meist massive Objecte.

Von diesen Dingen ist eine nur geringe Auswahl gegeben, die zu wenig in den deutschen Handel passt, um ausführlich wiedergegeben zu werden; Guettier führt nach einander auf:

Seilrollen,
Vasen von Medicis (glatt und verziert),
Kaminplatten (Herdguss),
massive Säulen zu Bauten,
Gewichte (nach der Ordonnanz vom 16. Juni 1839).

Dazu gehören den deutschen Verhältnissen gemäss noch viele Objecte, als Bügeleisen, Gittertheile u. s. w., wie aus den Angaben des letzten Abschnittes dieses Bandes ersehen werden kann.

Ohne Interesse sind noch die Tabellen, welche Guettier über die früheren Verhältnisse, Gewichte u. s. f. der Röhren giebt, da dieselben jetzt bedeutend leichter und besser gemacht werden, ferner auch die Baulänge grösser ist, als es damals möglich erschien, sie auszuführen.

Dasselbe gilt von den Angaben, welche der französische Autor über die Fabrikation der Schienenstühle macht, deren Verwendung durch die Benutzung von eisernen Ofenbautheilen allmälig ihrem Ende zugeführt wird.

Die vorstehenden übersichtlichen Notizen über Modelle und Dimensionsskalen vervollständigen sich durch die theils im speciellen Theile dieses Abschnittes, theils im letzten Abschnitte folgenden gelegentlichen Angaben über besondere Klassen von Gusswaaren.

2. Kapitel.

Von der Herstellung der Formkasten und anderer Armaturen oder Rüstungen der Formen.

Hierher gehören alle nicht zerstörbaren, also aus Eisen oder Holz gefertigten Theile der Form, die, wenn nicht auf die Arbeit selbst einzugehen ist, nur ganz summarisch aufgeführt zu werden brauchen.

Es sind dieses: die Formkasten, die Gehänge und Spreizen, die Spindeln und Kerneisen, die Formbretter und Unterlagen, die Armaturen der Lehmformerei, die Belagplatten und Anker, endlich die Coquillen für den Hartguss.

Die Construction aller dieser Dinge ist einestheils so sehr von der Form jedes Gegenstandes abhängig, dann auch mit der Methode der Formerei so eng verwachsen, dass es nothwendig ist, wegen der Einzelheiten noch auf die im nächsten Kapitel zu gebenden Beispiele hinzuweisen.

Sie machen allesammt Theile der Form aus, doch sind eigentlich nur die Formkasten, Gehänge und Spreizen, endlich die Belagplatten, Anker und andere Lehmgussformtheile wirkliche Armaturen oder Rüstungen der Form, während die Formbretter oder Unterlagen, sowie die Coquillen etwas Anderes darstellen.

Ihre Anordnung ist im Folgenden allgemein berührt worden, um die Einzelbegriffe festzustellen, während weiterhin die Anfertigung näher betrachtet werden soll und die Grundsätze, die sich aus der Praxis für die Anwendung ergeben.

Es steckt gewöhnlich in diesen Geräthen ein so grosses Kapital, dass jede Vereinfachung der Formtheile von Vortheil für den Betrieb ist und namentlich zur Uebersichtlichkeit desselben und seiner Hülfsmittel wesentlich beiträgt.

Die Gestalt der Formkasten, deren Zweck bekanntlich ist, das beweglichere Material, den Sand und die Masse, bei der Compression derselben einzuschliessen und eine nicht nachgebende Hülle der plastischen Formensubstanz zu bilden, muss ausserordentlich verschieden sein, je nach der Form der Gegenstände, resp. der Beschaffenheit der abzugiessenden Modelle. Fast alle Formkasten sind getheilt, wie auch die Modelle es sind, und man hat 2-, 3-, 4- und 5fache Theilungen. Natürlich müssen die Kasten mit Vorrichtungen versehen sein, um zusammen geschlossen werden zu können und ein unzertrennliches Ganze zu bilden, sobald ein bestimmter Zweck dieses erfordert.

Das Material der Kasten ist gewöhnlich Gusseisen, seltener Holz, oft auch Schmiedeeisen und Kupfer.

Praktisch brauchbar sind eigentlich nur Guss- und Schmiedeeisen, und auch Letzteres nur für geübte Arbeiter, und gewisse Stücke von Werth, sonst giebt die Anwendung desselben leicht Ausschuss wegen des oft eintretenden Ausbauchens oder „Verstampfens“ der Kasten.

Für vielfaches Wenden der Kasten, z. B. bei den Manipulationen der Maschinenformerei, sind schmiedeeiserne Kasten dagegen wichtiger, weil sie den Arbeiter weniger ermüden.

Aus demselben Grunde werden sie besonders für den Topfguss angewandt, weil hierbei ebenfalls ein häufiges Wenden der Kasten eintritt.

Bei Gusseisen sind stets sorgfältig die schwächsten Dimensionen zu wählen und die Querschnittsmaasse so zu ordnen, dass die grösstmöglichste Stabilität mit dem geringsten Gewichte verbunden ist, ohne der nothwendigen Starrheit Eintrag zu thun.

Man bedient sich auch einzelner Theile, um grössere Kasten dem Zwecke entsprechend zusammensetzen zu können.

Dahin gehören: die Langstücke und Köpfe der Rohrformkasten, die französischen Formkasten für rectanguläre Stücke (chassis en mille pièces).

Die Kasten haben natürlich keine angegossenen Gehänge, sondern diese müssen erst eingelegt werden.

Alle Kasten haben ausserdem Sandleisten, d. h. Vorsprünge an ihren unteren Kanten, um den eingestampften Sand besser zusammenzuhalten.

Gehänge und Spreizen werden vorzüglich angewendet, um dem Sande innerhalb des Kastens mehr Halt zu geben. Es sind dieses zum Theil ziemlich rohe und einfache Anordnungen; entweder werden rohe eiserne Stäbe auf die Sandleisten der Kasten gelegt oder ebenso rohe Winkel benutzt, welche in dem Sande so eingestampft werden, dass sich der eine Schenkel auf die feine, über die Trennungsfläche

gesiebte Sandlage hinlegt, der andere mit Zweigen versehene im Körper des Kastens festgehalten wird. Man findet davon gute Beispiele bei den Winkelrädern, überhaupt da, wo ein grösserer Sandkörper über die Oberfläche des Kastens vorragt und sich leicht ablösen würde.

Grössere Gehänge pflegt man über ganze Kasten wegzulegen, indess ist dieses Verfahren nur bei nicht treibendem Eisen zu empfehlen und wird auch vorherrschend nur auf Holzkohlenofengiessereien älterer Einrichtung noch angewandt.

Bei allem treibenden Eisen sind feste Spreizen oder gefächerte Kasten unentbehrlich.

Was für den Formsand der Formkasten und die Gehänge, ist für den Kern, d. h. einen besonders gefertigten Theil der Form, die Spindel oder das Kerneisen.

Der Ausdruck Spindel bezieht sich meist auf solche Kerne, welche durch Drehung bestimmter Profile gebildet scheinen und auch auf einer Drehbank aus plastischer Masse gedreht werden.

Die Spindel ist nichts weiter als die starre Achse eines solchen Kernes.

Zur Fixirung der Begriffe diene der jedem Praktiker leicht gegenwärtige einfache Fall eines geraden Rohres. Hier ist die Kernspindel ein eiserner Stab mit Luftnuth oder ein Rohr mit Oeffnungen in der Wand. Darauf wird als elastischer Träger des Lehmes ein Seil von Stroh, Heu oder Hanf gewunden und darüber mit Schablonen eine Lehmschicht bei steter Drehung der Spindel hergestellt.

Da es von Vortheil ist, in der Stärke der Lehmschicht und ihrer elastischen Unterlage möglichst constant zu bleiben, so wendet man für verschiedene Durchmesser solcher Lehmkerne verschieden starke Spindeln an; z. B. benutzt man bei Rohren von 25—75 mm lichter Weite schmiedeeiserne Rohre, bei Rohren bis zu 150 mm dünne gusseiserne Spindeln ohne schmiedeeiserne Achsen; von da ab bis zu 600 mm Durchmesser u. s. w. starke gusseiserne Spindeln mit besonders eingesetzten Achsen.

Für sehr starke und kurze Gussstücke mit Kernen wendet man Trommelspindeln von Holz mit Latten beschlagen an, weil Eisen zu grosse Gewichte geben würde. Diese müssen aber mit starken Strohseilen und stärkerer Lehmschicht umkleidet sein, um sie vor dem Verbrennen zu schützen.

Für jeden unregelmässigen Kern bedient man sich der Kerneisen, d. h. ankerförmiger Stäbe, welche mit den Gehängen Aehnlichkeit haben und für jeden einzelnen Fall vom Former selbst hergestellt werden.

Es giebt hiernach Kerneisen für Poterie,
„ Oefen,
„ Knierohre,
„ Statuen,

die ganz genau dem Mantel, in welchem die Eisenstärke liegt, nachgebildet sein müssen.

Ueber die Formbretter und Unterlagen ist nur wenig zu sagen, weil sie sehr einfach sind.

Es sind Bretter mit Rändern, um beim Wenden der Kasten den Inhalt derselben leichter festzuhalten; deshalb werden sie vorzugs-

weise bei kleineren Gegenständen angewandt und bei solchen, welche eine andere Gusslage bekommen müssen, als es die Beschaffenheit der Sohle ohne Weiteres gestattet.

Beim geneigten Gusse der Gasrohre in Sandformen brauchte man früher z. B. pultartige lange und schmale Unterlagen, die immer einen Kasten nur aufnahmen.

Die nur aus Eisenguss hergestellten Belagplatten u. s. w. sind zum Decken der fertigen Form, zum Eindämmen derselben und zu ihrem stärkeren Halt erforderlich und es bedarf ihrer jede Giesserei.

Sie zerfallen nach verschiedenen Gesichtspunkten der Anwendung in drei Gruppen:

die schweren eisernen Belagplatten und Anker,

die Dämmringe für weite Dammgruben oder nachgiebige Lehmformen, wie sie schon bei den Dammgruben angedeutet worden,

die Beschwerungsgewichte in Form von Schalen oder Steinen und Kugeln.[1])

Unter den Armaturstücken für Lehmformen unterscheidet man hauptsächlich:

Grundplatten für Kerne und Mäntel,
Mantelstäbe und Kernstreben,
Deckplatten und Anker.

Eine schärfere Classification ist aber unmöglich, weil die Kennzeichen der einen oder anderen Gruppe zu sehr in einander laufen.

Eigentlich gehören noch dahin die Schraubenverbindungen und Drahtverbindungen der Mäntel. Diese sind sehr wichtig, weil die Unregelmässigkeit der meisten Lehmformen den starken Druck des Gusses für einzelne Theile der Form gefährlicher macht, als für andere, und dadurch leicht ein Durchbrechen des Metalles eintritt, dem man in jeder Weise vorzubeugen sucht.

Unter dem Ausdrucke Coquillen, der bereits im ersten Bande bei den Formmaterialien, wie auch beim Verhalten des Roheisens in der Wärme erörtert wurde, versteht man Formtheile von Gusseisen zur Darstellung hartgegossener Gegenstände.

Dieselben sind entweder massiv oder hohl, mit Wasser- oder Luftkühlung versehen.

Zu den hauptsächlichsten Formen gehören:
die Hartwalzenkapseln,
die Pflugscharunterlagen,
die Coquillen für Hartgussräder nach der Methode von Ganz in Ofen und Gruson in Magdeburg,
die Schalen für Ambosse und Pochschuhe, endlich die Formen für Herzstücke.

Da ein besonderes Kapitel über Hartguss folgt, so wird in Betreff der Formconstruction darauf verwiesen.

1) Diese Dinge, wie auch die später genannten, werden oft während der Formereiarbeit hergestellt und am Besten dort erwähnt.

A. Von der Herstellung der Formkasten.

Aus dem vorher allgemein angedeuteten Zwecke ergeben sich von selbst die erforderlichen Eigenschaften der Formkasten, ihre zweckmässige Construction und Festigkeit.

Man machte früher, für kleinere Dinge namentlich, viele Formkasten aus Holz, die sich naturgemäss auch am wohlfeilsten stellten; ihre Nachtheile sind, ausser der Ungenauigkeit im Zusammenhange der Theile, die geringe Festigkeit.[1])

Das nächstliegende Material war und ist noch das eigene Gussmaterial, also das Gusseisen; man liess die Formkasten von den Formern selbst giessen, nachdem ihnen Modelle dazu gemacht worden waren, und überliess den Arbeitern die Anordnung des Formkastens ganz allein. Diese Freiheit im Betriebe hat sehr oft die schlechte Behandlung der Formkasten durch die Former hervorgerufen, die Erneuerung geschah viel häufiger, als der Verschleiss eingetreten war, und der Formkastenpark auf den Hüttenhöfen schwoll leicht zu ungemeiner Ausdehnung an.

Abgesehen davon, geriethen die Formkasten meistens zu plump und verursachten bei der Arbeit selbst unnützen Aufenthalt und Zeitaufwand, der die Producte vertheuerte; kurz, man gelangte allgemein dahin, die Entwürfe der Formkasten wirklichen Technikern in die Hand zu geben, welche im Stande waren, alle Rücksichten, die dabei zur Sprache kommen konnten, zu beurtheilen und danach zu verfahren.

Ganz besonders fand dieses auf Giessereien statt, welche einzelne Artikel vorzugsweise und im grössten Maassstabe fabricirten, und ging dadurch die Vervollkommnung dieser Seite der Giesserei mit dem Fortschritte in der Arbeitstheilung vorwärts.

Die sorgfältige Behandlung der Construction von Formkasten hat neuerdings vielfach für gewisse Zwecke das Schmiedeeisen als Formkastenmaterial eingeführt, aber doch nur vereinzelt, weil demselben die Starrheit weniger eigen ist als dem Gusseisen und von dieser werthvollen Eigenschaft bei dem Baue der Formkasten am wenigsten abgesehen werden kann.

Die meisten derselben werden auf dem Wege des Gusses dargestellt und, wo es erforderlich ist, mit Schmiedeeisen armirt.

Die Gestalt eines Formkastens ist im Grundrisse der Gusslage entweder rund oder viereckig, abgesehen von allen übrigen Verhältnissen.

Auf diese beiden Querschnitte lassen sich die meisten Beispiele zurückführen und auch diejenigen, bei welchen die Lage während der Formereiprocesse mit der Gusslage nicht übereinstimmt. Eine Uebereinstimmung beider in allen Fällen würde zum Ideal des Formkastens führen, ist aber streng genommen unmöglich. In den meisten Fällen wird zwar danach gehandelt, aber nur zufällig, weil äussere Gründe dafür sprechen. Eine Platte wird in einer getheilten Form dargestellt, welche in einem zweitheiligen Formkasten eingestampft ist, dessen Grundriss

1) Obschon hölzerne Formkasten im Allgemeinen nicht oder nur selten mehr vorkommen, hatte der Verfasser dennoch 1893 Gelegenheit, sie in nordamerikanischen Giessereien häufig noch angewendet zu sehen.

dem der Platte wesentlich symmetrisch sein kann, wenn auch nicht geometrisch ähnlich. Die Wände des Formkastens stehen während des Formens und während des Gusses nahezu vertikal, das Plattenmodell liegt darin nahezu horizontal. Wird die Platte so schmal, dass ihr Querschnitt quadratisch erscheint, und nimmt sie dabei an Länge zu, so muss der Kasten schmäler und länger werden, kann aber bis zu einer gewissen Grösse beim Gusse noch nahezu waagerecht liegen bleiben. Aus der Platte ist ein quadratischer Stab geworden, der unter Umständen eine bedeutende Festigkeit besitzen soll, z. B. als Welle für eine Kraftübertragung; in diesem Falle muss er stehend gegossen werden, obwohl er liegend eingeformt worden ist, aber die beiden halben Durchschnitte des Formkastens bilden auch hier zusammen einen rechteckigen Querschnitt, der allerdings für die Formkastensubstanz nur zwei Parallelwände aufweist, während zwei Seiten ganz offen sind.

Der Guss verlangt aber Sicherung und man stellt die geschlossene quadratische Hohlform wieder her dadurch, dass man auf die Ober- und Unterseite des Kastens (liegend betrachtet) Armaturplatten auflegt und fest verklammert.

Cylindrische Formkasten lassen dieses vermeiden, müssen aber auch getheilt werden und zeigen dann zweierlei Constructionen, je nachdem sie hohe Gegenstände oder flache einschliessen; im ersten Falle theilt man sie der Länge nach; im zweiten Falle der Quere nach.

Die Theilung der Formkasten muss in Uebereinstimmung mit der Theilung der Modelle geschehen, doch kann sie nicht immer so weit gehen als diese, ohne der Solidität des Formkastens Eintrag zu thun. Daher setzt man z. B. innerhalb eines einfachen getheilten Kastens die Form eines complicirten Gegenstandes häufig aus getrennten Sandlagen zusammen.

Die Theilung ist auch noch durch die Lage beim Einformen bedingt oder vielmehr: es muss die Theilungsebene des Kastens mit der des Modelles zusammenfallen, bezw. ihr parallel sein, sowie sie auch bei nicht getheilten Modellen parallel zur Hauptfläche des Modelles sein muss.

Bei der Poterie und der Ofenformerei, überhaupt bei vielem schwachen Hohlgusse, kommen die am häufigsten getheilten Kasten vor, die dann aber doch nicht über vier lösbare Theile enthalten.

Die Theilungsflächen der Formkasten müssen stets senkrecht auf die äussere Wand gerichtet sein, um einen festen Anschluss zu ermöglichen, oder man bricht die Trennungsfläche in der Fläche der Formkastenwand, um sie auf jeden Fall normal gegen dieselbe stossen zu lassen, z. B. bei dem weiter unten unter den Beispielen angeführten verzierten Ofenfusse.

Das genaue Schliessen der Formkasten wird bei den schweren Kasten durch Flanschen, bei den leichteren Kasten durch flanschenartig angebrachte Knaggen bewirkt, welche entweder durch Schrauben oder mittelst Splintbolzen an einander festgedrückt werden können.

Auf der Passfläche müssen die Formkasten sehr sauber gegossen, besser noch mit dem Hobel bearbeitet sein, und erleichtert man den festen Schluss noch durch die Vergrösserung der Passflächen,

indem man die Kastenwand nach innen zu einer Sandleiste verdickt, welche den Inhalt des Kastens zusammenhält, allerdings soweit es ohne Spreizen überhaupt möglich ist. Auch die Flächen des Formkastens, welche den Anschluss an andere Armaturtheile vermitteln, müssen gut bearbeitet werden, z. B. bei den Röhren- und Geschosskästen die zur Aufnahme der Kerneisen bestimmten Ausschnitte oder Kastenhälse.

Die Aussenwände des Formkastens müssen mit einander durch Zwischenwände verbunden werden, sobald sie an sich nicht steif und widerstandsfähig genug erscheinen oder der Formkasten zu gross ist.

Diese Zwischenwände sind entweder gleich mit anzugiessen oder sie werden eingesetzt, so dass es vermieden wird, sie den Spannungen eines im Ganzen gegossenen Kastens auszusetzen und dadurch zu zerreissen.

Man macht sie natürlich so schwach als möglich und disponirt sie bei oft wiederkehrenden Formen gleich so, dass sie der Lage der Eingüsse und Lüfte, Steig- und Saugtrichter entsprechen; sie müssen auch so ausgeschnitten werden, dass sie an allen Stellen noch um einen gewissen Raum von der Oberfläche des Modelles und des Gussstückes entfernt bleiben. Zum Ueberflusse schärft man sie nach dieser Seite hin zu, um den darum gestampften Sand nicht zu sehr zu unterbrechen.

Kasten für liegenden oder geneigten Rohrguss in grünem Sande werden stets mit solchen Fächern versehen, die bis nahe an die stets sich gleichbleibenden Oberflächen der Rohre gehen und dadurch der Form einen grossen Halt gewähren. Auch der stehende Guss, sobald das Einformen liegend geschieht, fordert solche Kasten, die dann aber stärker sein müssen, weil mehr mit ihnen manipulirt werden muss.

Kasten für den Guss von Eisenbahnrädern in Schalen und für den Kugelguss haben, da auch hier die Form des Gusses immer die gleiche ist, und da eine Massenfabrikation dieses gestattet, eine sehr sorgfältige Bauart, und verbindet man mit dem Formkastenbau auch die Rücksichten auf die Befestigung der Kerne, die Anlage von festen Gusskanälen und Lufttrichtern an der besten Stelle.

Kanonen, Walzen, Glocken haben ebenfalls besondere Formkasten, welche dem einen Zwecke nur angepasst sind und einem anderen nicht mit gleichem Vortheile dienen können; hier ebenfalls liegt dieses hauptsächlich an der Eigenthümlichkeit der Fächerung innerhalb der Aussenwände.

Bei sehr dicken Sandmassen, also bei hohen Kasten, ist es erforderlich, um den Gasen des Gusses leichter den Austritt zu gestatten, die Kastenwände zu durchbrechen, ohne der Form Haltbarkeit zu vermindern.

Dieses geschieht, indem man in einer solchen Formkastenwand beim Gusse Löcher herstellt oder bohrt, die nicht gross genug sind, um den Zusammenhang des Sandes zu beeinträchtigen, aber genügen, den Gasen desselben den Weg ins Freie zu gestatten.

Die Rücksicht auf die Festigkeit der Formkasten hat allmälig dazu geführt, die Eingangs erwähnten getheilten, d. h. beliebig zusammenstellbaren, aus einzelnen Wandstücken und Winkeln bestehenden Formkasten aufzugeben und durch grösstmögliche Genauigkeit im Anpassen

des Kastens an das Modell, sowie durch Leichtigkeit in der Construction den oft eingebildeten Vortheil eines Allerweltsgeräthes auszugleichen.

Aus denselben Gründen macht man alle Theile der Formkasten, die beim Heben, Zusammensetzen u. s. w. vorzugsweise in Anspruch genommen werden, besonders die Zapfen, um welche sich die Krahnketten schlingen, die Bolzen, welche den Zusammenhalt der einzelnen Formkastentheile vermitteln, Haken und Charniere bei den kleineren Kasten u. A. m. aus Schmiedeeisen. Alle diese Theile zusammen führen den Collectivnamen des Beschlages und werden durch Schmied und Schlosser besorgt.

Je mehr man der Anwendung von Beschlägen ausweichen kann, desto besser ist es, weil billiger; gewisse Theile kann man allerdings nicht ganz umgehen, aber eine Beschränkung des Gebrauches ist dennoch möglich, sobald man genau nach dem Modelle construirt und den ganzen Apparat leichter gemacht hat.

Solange der Kasten nicht umgeschwenkt zu werden braucht, also bei allen Platten- und einigen Rohrformen, wo der Oberkasten von zwei Mann abgehoben und aufrecht bei Seite gestellt wird, kann man sich auch angegossener Griffe bedienen.

Bei Kasten, die ein Mann bedient, z. B. bei der Topfformerei und anderen Branchen, ferner bei Krahnkasten, müssen die Griffe von Schmiedeeisen sein.

Es ist in Betreff der Registrirung und Aufbewahrung der Formkasten dasselbe oder mindestens Aehnliches zu beachten, wie rücksichtlich der Modelle. Nur die grösste Ordnung und Uebersicht vermag gegen Ueberhandnehmen des Formkastenbestandes zu schützen, und nur dadurch wird es möglich, zeitgemässe Verringerungen desselben zu machen. Mindestens ist es erforderlich, die gleichartigen Kasten zusammenstellen und für die häufig gebrauchten einen leicht zugänglichen Platz anzuweisen. Ein bedeutendes Areal unterstützt einerseits die Ordnung durch die möglich gemachte grössere Uebersichtlichkeit, andererseits aber verführt es leicht dazu, viel zu viel aufzuheben. Man muss, um Herr des Stoffes zu bleiben, alle ungeläufigen Gestalten und Abmessungen mit ihrem vollen Werthe dem Betriebe zur Last schreiben, während die zu den gangbaren Artikeln des Werkes gehörigen Geräthe, einen grösseren Park bildend, nach und nach abgeschrieben werden können. Dadurch wird man Seitens des Betriebes bedenklicher im Schaffen neuer Kasten und unbedenklicher im Ausmustern.

Wichtig erscheint noch die Unterbringung der Formkasten unter einem Dache, in einem Schuppen, um die Entwerthung durch Abrosten zu vermindern, das bei einem grossen Bestande ganz ungeheuer ist und namentlich die Beschläge aus Schmiedeeisen stark mitnimmt.

Werden, was häufig geschieht, die Innenseiten der Kastenwände mit Lehmwasser bestrichen, so blättern noch leichter solche Rostkrusten ab und die Abnutzung ist noch viel bedeutender. Diese Vorsicht erscheint kleinlich, aber in Verbindung mit grösserer Ordnung im Aufstellen der Kasten ist sie leicht zu üben.

B. Von der Darstellung der Gehänge und Spreizen.

Diese Armaturtheile, welche im Ganzen wenig angewandt werden, weil richtig gefächerte Kasten sie entbehrlich machen, stellt man aus Gusseisen dar und bildet sie mit Hülfe eines Stabmodelles im Wege des einfachsten Herdgusses.

Einem Formkasten, der circa 300 mm breit und 600 mm lang ist, giebt man einen einfachen Stab zu, quer von einer Sandleiste zur anderen eingelegt, so dass der Kasten in zwei Theile getheilt erscheint und dieser Stab als um- und eingestampfte Trennung dient. Bei grossen Kasten von runder Gestalt gebraucht man doppelte Gehänge, welche aus zwei parallelen, ungefähr um die Höhe des Kastens von einander entfernten, an vielen Stellen mit einander verbundenen Stäben bestehen und so eingehängt werden, dass der eine Stab auf dem Rande des Kastens beiderseits aufliegt, während der andere in geringer Entfernung über der Trennungsfläche der beiden Kasten sich befindet und die untere Sandfläche des Oberkastens trägt.

Kasten mit solchen überragenden Gehängen dürfen allerdings nicht umgelegt werden, deshalb muss der Former, wenn die obere Formhälfte nachgesehen und geputzt werden soll, den Kasten auf hinreichend hohe Stützen sicher aufstellen und darunter, auf dem Rücken liegend, die nothwendigen Arbeiten machen — eine in ihrem Erfolge immerhin unsichere und gefährliche Aufgabe.

Der Former fertigt die meisten Gehänge und Spreizen selbst und sie gelangen nach gemachtem Gebrauche nur zum Theil in das Inventar, da sie sehr rasch verbraucht werden. Dennoch treiben sich auf den meisten Giessereien ganze Haufen solcher Dinge herum, die, mit noch geringerem Rechte als die Formkasten, nicht gehörig revidirt und durch Ausrangiren vermindert, bezw. dann auch als Schmelzmaterial wieder verwerthet werden.

Ein durch genauere Notizführung zu vermeidender scheinbarer Nachtheil ist noch, dass diese Dinge gewöhnlich nicht gewogen werden und dass dieserhalb der Abbrand in den Oefen scheinbar wächst, indem keinesfalls so viel Gehänge dem Ofen zurückgegeben werden, als man neue giesst.

C. Von der Darstellung der Spindeln und Kerneisen.

Wenn eine Form aus mehreren Theilen besteht, von welchen der eine oder der andere nicht mit dem Formkasten in unmittelbare Verbindung tritt, ist es nothwendig, sobald diese Formtheile eine gewisse Form und Grösse annehmen, ihre Festigkeit durch Einlegen von Ankerstäben oder Gerippen von fester Substanz zu unterstützen.

Diese Stützen der Kerne bilden bei der Fabrikation gewisser Artikel einen namhaften Theil des Inventars und verlangen sehr häufig die genaueste und vorsichtigste Anlage.

Man macht sie aus verschiedenem Material je nach den Umständen ihrer Verwendung, Form und Grösse; sie werden häufig aus Gusseisen gemacht, weil dieses seinen Eigenschaften gemäss für bestimmte Grenzen Garantien genug bietet und in einer Giesserei am Ersten zur Hand ist.

Nehmen die Kerne an Grösse zu und namentlich nur in einer Richtung, so wird Gusseisen zu sehr auf Zerbrechen in Anspruch genommen, wofern es nicht bedeutend verstärkt und dadurch wiederum schwer beweglich gemacht wird.

Dann macht man für häufig oder wiederholt vorkommende Sachen, z. B. Rohre, schmiedeeiserne Kerne, massiv oder hohl, und erst bei gewisser Weite benutzt man wiederum Gusseisen in Hohlgussform; dabei vereint sich Starrheit mit Leichtigkeit, und es wird möglich, handliche Kernstützen zu gewinnen.

Nimmt der Durchmesser bedeutend zu, im Verhältnisse zur Länge, so wendet man schliesslich Holztrommeln an, welche durch dicke Strohseil- und Lehmbedeckung gegen die Einwirkung der Metallhitze geschützt werden.

Diese Holztrommeln kommen aber doch nur selten vor, weil bei solcher Rohrweite die Grenze der Modellanwendung überhaupt liegt und es bequemer wie auch billiger sein kann, solche Stücke in Lehm zu giessen.

Die Construction der Kerneisen und Spindeln ist eine sehr verschiedene und richtet sich gänzlich nach der Verwendung.

Wenn, was auch vorkommt, der Kern auf einem der Kastentheile steht und aus derselben Masse besteht, wie der Inhalt jenes Theiles z. B. bei Töpfen, wo man den Kern und den Unterkasten aus einem Stücke formt, gehört das in manchen Fällen nöthige Kerneisen eigentlich zu den Gehängen und Spreizen und hat auch mit denselben einige Aehnlichkeit.

Bei vollkommen losen Kernen aber muss das Kerneisen oder (bei cylindrischen und durch Rotation eines Profiles gebildeten Kernen) die Spindel eine Handhabe bieten und aus dem Kerne heraussehen, also länger als der Kern sein; wo das nicht angeht, wird der Kern an einer Stelle, wo er mit dem Sande des nächsten Formtheiles direct zusammenstösst, ausgehöhlt, bis das Kerneisengerippe blossliegt und man es fassen kann. Die Höhlung wird, nachdem der Kern eingesetzt ist, mit Sand ausgefüllt und so die ursprüngliche Form und Grösse wieder hergestellt.

Bei Rohrkernen, überhaupt bei allen Kernen, die auf verhältnissmässig bedeutende Länge von flüssigem Eisen umgeben werden, werde nun aufrecht oder liegend gegossen, ist es wichtig, die Luft abzuleiten, und ist darauf gleich bei der Construction der Kernspindel Bedacht zu nehmen.

Massive gusseiserne Spindeln macht man gerippt und bildet dadurch Gaskanäle an der Oberfläche der Spindel, aber unter dem Strohseilüberzuge; massive schmiedeeiserne Spindeln versieht man auf einer Fläche mit einer eingehobelten Nuth, welche beim Umspinnen offen bleiben muss.

Bei hohlen Spindeln muss man die Wandung möglichst oft durchlöchern, um an allen Stellen den natürlichen Gaskanal mit der Kernsubstanz in unmittelbare Verbindung zu bringen.

Die Einzelheiten der Formerei geben eine ganze Reihe von Beispielen, die das Gesagte ergänzen.

D. Von der Herstellung der eisernen Lehmformentheile.

Die Lehmgussformen erfordern ihrer Schwere wegen starke Rüstungen oder Armaturen, die meist von Gusseisen hergestellt werden, namentlich wenn sie viel stützen oder tragen sollen. Werden sie mehr auf Zerreissen in Anspruch genommen, so bildet man sie aus Schmiedeeisen. Es gehören dahin Platten aller Art und jeder Form, meist ringförmig und mit Vorsprüngen zum Angriffe versehen. Jede Form wird auf eine Unterlage aufgemauert, welche auch beim Gusse unten zu liegen kommt; diese Unterlage muss naturgemäss der Form des Gegenstandes, resp. des betreffenden Formtheiles bis zu einem gewissen Grade folgen.

Jede Form wird wiederum mit einer Platte gedeckt, welche der Unterlage möglichst parallel liegen muss und deren Vorsprünge mit denen der Unterplatte zu correspondiren haben. Diese Vorsprünge werden dann in zweckmässiger Weise verbunden, oder die Deckplatte wird so stark beschwert, dass auch ohne jene Verbindung ein Auftreiben der Decke durch das flüssige Eisen nicht möglich ist.

Alle diese Armaturen giesst sich der Former auf dem Herde und macht sie einestheils durchbrochen, wie die Wände grosser Formkasten, anderntheils versieht er sie mit Vorsprüngen, bestimmt, den erforderlichen Lehmüberzug festzuhalten.

Häufig werden solche Stücke, wofern sie bei complicirtem Gusse Verwendung finden sollen, mit Beschlag versehen, d. h. mit Schmiedeeisen garniert, um leichter verankert werden zu können u. s. w. Kann man, wie bei den hängenden Theilen, die zum Aufhängen dienenden Schleifen von Rundeisen mit eingiessen, so erspart man Kosten- und Zeitaufwand.

Ausser diesen plattenförmigen Garniturstücken braucht die Lehmformerei oft hohle, cylindrische oder kugelförmige Hülfsrüstungen von Metall, die dann ebenfalls aus Gusseisen gebildet und wie die spätere Waare selbst am Leichtesten in Lehm dargestellt werden; dahin gehören die Kernkörbe der Entsilberungs- und anderer Kessel, die Kernspindeln sehr grosser Cylinder, die Eindämmcylinder für schlanke Güsse in weiten Dammgruben und dergleichen mehr.

Für leichte Formen und zur Verbindung und Verstrebung der Mäntel bei schweren Formen benutzt man ausser den Fundament- und Deckplatten noch eine Menge von schmiedeeisernen Ausrüstungsstücken, die häufig im Momente des Einlegens oder kurz vorher aus Stäben von Schmiedeeisen gestaltet und zurückgebogen werden. Eine kleine Schmiede gehört deshalb zu den nothwendigsten Requisiten einer Lehmformhütte; selbst eine Schrauben- und Gewindeschneidvorrichtung ist von Vortheil.

E. Herstellung der Formbretter und Unterlagen.

Man versteht unter der obigen Benennung diejenigen Geräthe, welche bei Doppelreliefs zur sicheren Auflage des Modelles dienen und welche beim Wenden von eingeformten Kasten, auf die Rückseite gelegt, das Abfallen des Sandes hindern. Da beide Arten bewegt werden, ist es wichtig, sie

leicht zu machen, und bedient man sich aus diesem Grunde des Holzes als Hauptbestandtheil. Bei den Form- oder Modellbrettern, wo das Modell in einer der Hälfte seines quer gegen die Theilungsebene gerichteten Profiles entsprechenden Höhlung des Geräthes Platz finden soll, giesst man Gyps in einen Holzrahmen und über das halb in Sand geformte Modell selber.

Bei nicht verzierten Sachen ist diese Methode nicht so nothwendig, weil das Ausstemmen in dem Holze dann gut ausführbar ist; schwere Dinge von starkem Relief, z. B. Rohre, legt man in durchbrochene Modellbretter, deren Ausschnitte jene Modelle genau aufnehmen können.

Modellbretter sowohl als Unterlagen haben an einer Seite einen vorspringenden Rand, durch eine aufgesetzte, fest verzapfte oder verschraubte Leiste dargestellt; dieser Rand legt sich stets gegen die Kante des Kastens, und bei leichten und kleinen Dingen so, dass die Stellung der Leisten beider, an einen Kasten gedrückten Bretter eine diametrale ist.

Oft versieht man das Unterlagenbrett mit Füssen von ungleicher Höhe, wenn die Gusslage eine schräge sein soll; dieses ist z. B. der Fall bei Sandgussröhren aller Art, deren Herstellung im Grossen eine namhafte Ausgabe an solcher Zimmerarbeit verursacht. Man verwendet stets ziemlich starkes Holz dazu und von der besten Sorte, wenn auch wenig bearbeitet.

Die Controle über diese Geräthe ist sehr wichtig, weil sie leicht unbrauchbar gemacht werden können, und muss man den Former, der davon vorzugsweise Gebrauch macht, an der Ersparniss zu interessiren suchen. Ebenso ist es vortheilhaft, dem Zimmermeister nur die Arbeit zu bezahlen und ihm das Holz zu liefern; hat er das Holz selbst und verkauft er der Hütte das ganze Geräth, so ist man wenig vor Menschlichkeiten sicher, wenn nicht der Arbeiter selber an der Ausgabe des Betriebes für solche Sachen participirt.

F. Von der Darstellung der Coquillen.

Die Coquillen oder festen Theile einer Hartgussform werden, wie schon im ersten Bande angegeben wurde, aus Gusseisen dargestellt, müssen aber sehr sorgfältig behandelt und bearbeitet werden, wenn sie nicht zerspringen sollen.

Da ihre Rolle bei dem Giessen von harten Gegenständen hauptsächlich darin besteht, dem flüssigen Gussmaterial in verhältnissmässig kurzer Frist eine namhafte Wärmemenge zu entziehen und die Bildung einer stahlharten Schale zu veranlassen, so müssen die Coquillen das wiederholte Glühendwerden und Erkalten vertragen können, ohne ihre Form zu verändern und ohne zu springen.

Das Letztere tritt nur bei schlechtem Material oder bei ungleicher Substanzvertheilung ein; das Erstere, die Deformation, durch das abwechselnde Glühen und Erkalten, tritt beim ersten Glühendwerden am stärksten auf und vermindert sich nach und nach, obwohl, wie ja in diesem Werke (Bd. I, S. 69 u. ff.) bewiesen wurde, eine permanente Volumvermehrung unvermeidlich ist.

Die Letztere ist aber so gering, dass sie praktisch ohne Wirkung sich zeigt; die erste und stärkste Deformation aber muss bei der Darstellung von Coquillen berücksichtigt werden.

Zu diesem Behufe glüht man die neu gegossenen Schalen in einer Darrkammer gehörig durch — besser noch rollt man sie in einen glühenden Flammofen, ohne denselben weiter zu heizen — und bearbeitet sie dann genau.

Fürchtet man nochmals eine moleculare Bewegung, so muss man nach der ersten roheren Bearbeitung nochmals glühen und dann die Gussflächen der Coquille fertigstellen. Dann kann man ziemlich sicher sein, dass keine nachträgliche Bewegung mehr stattfindet; da diese Beweglichkeit von der Darstellungsmethode im Gusse mit beeinflusst wird, so lässt sich auch dabei etwas dagegen arbeiten, namentlich, indem man die Formen gut vorwärmt.

Man stellt alle Coquillen aus sehr festem grauen Eisen her und sorgt durch Beschaffenheit der Formen und richtige Wahl der Giesstemperatur für langsames Erstarren. Die Formen werden deshalb aus Lehm gemacht, und selbst für Gegenstände von geringer Ausdehnung thut man wohl, getrocknete Formen, also mindestens aus Masse bestehend, anzuwenden.

Sobald aber Modelle nicht mehr gut für die bezügliche Coquille dargestellt werden können, zieht man mit Recht den Weg des Lehmgusses vor und arbeitet mit Schablonen.

Es wird sich bei der speciellen Betrachtung des Hartgusses Gelegenheit bieten, auf das Modelliren und Giessen der Coquillen für grosse Stücke zurückzukommen.

Man lässt das Eisen ruhig werden, ehe man es vergiesst, und lässt es in der Form unter immerwährender Bewegung erstarren, namentlich, sobald stärkere Querschnitte vorhanden sind, z. B. bei Walzenkapseln für den Hartguss u. s. w. Sind die Coquillen so gestaltet, dass eine Dimension dominirt, so giesst man sie stehend, unter Anwendung eines verlorenen Kopfes. Passend erscheint diese Methode überhaupt, sowie man darauf abzielt, eine ungewöhnliche Dichtigkeit des Gefüges hervorzubringen, die, sobald sie mit Zähigkeit verbunden ist, eine sehr nützliche Eigenschaft des Coquillenmaterials genannt werden kann.

Noch ist zu bemerken, dass eine grosse Sorgfalt in der Formerei selbst nothwendig ist, da die Coquillen ohne jeden Texturfehler sein müssen, wenn sie halten sollen. Besonders ist dieses bei den Hartwalzenkapseln der Fall, weil hier das Minimum abkühlender Oberfläche dem Maximum flüssiger Masse gegenübersteht, die Einwirkung der Letzteren auf Erstere also eine sehr bedeutende ist.

Diese Bedingungen ergeben sich am Besten durch die Erfahrung selbst, so dass das eben Vorgetragene ergänzt wird durch die später folgende eingehende Beschreibung des Hartgusses selbst.

3. Kapitel.

Von der Herstellung der Formen selbst, einschliesslich der Arbeit mit Formmaschinen.

Die Beschreibung der Manipulationen der Formerei macht den Inhalt dieses Kapitels aus, das die allgemeinen Grundsätze des Formens behandelt, die Ausnahmen aber und manche Beispiele in die zweite Hälfte des Hauptabschnittes verlegt, wo bestimmte Fabrikationszweige abgehandelt werden sollen. Es ist, wie in der technischen Literatur überhaupt, eine Wiederholung von Einzelheiten nicht ganz zu vermeiden, und deshalb ist ein Zurückgreifen auf bereits Gesagtes oder Angedeutetes ziemlich häufig.

Das Kapitel zerfällt eigentlich in zwei Haupttheile, die sich auf die Formerei von der Hand und auf die Anwendung der Formmaschinen beziehen, welche Letztere ja aus dem Bestreben hervorgingen, einzelne Functionen der Handformerei durch Maschinen zu ersetzen. Das weite Gebiet der hierher gehörenden Arbeiten lässt sich aber besser übersehen, wenn eine angemessene Untertheilung stattfindet, zumal die Maschinenformerei doch wesentlich nur auf Kastenformerei, sehr viel seltener auf andere Zweige des Formereibetriebes Anwendung findet.

Betrachtet man das Formmaterial, so hat man zu unterscheiden:

mageren Sandguss;
fetten Sandguss oder Masseguss;
Lehmguss;
Schalen- oder Kapselguss.

Nimmt man die Art, einen Gegenstand einzuformen, als Ausgangspunkt, so kommt man, wie schon bei der Modellanfertigung und der Betrachtung der Armaturen gesagt worden ist, zu der folgenden Eintheilung des Stoffes:

Herdformerei;
Kastenformerei;
Formerei ohne Modelle und Kasten (Lehmguss zum grössten Theil);
Schalen- oder Kapselguss.

Daraus combinirt sich folgende Eintheilung als die geeignetste:

A. Herdformerei:
- a) offene,
- b) verdeckte;

B. Kastenformerei in gewöhnlichem Sande:
- a) zweitheilige,
- b) mehrtheilige;

C. Kastenformerei in fettem Sande oder Masse:
- a) mit Modell bewirkte,
- b) theilweise oder ganz ohne Modell bewirkte;

D. Lehmformerei:
- a) einfachere,
- b) complicirte,
- c) Kunstformerei in Lehm u. s. w.;

E. Schalenformerei;

F. Formerei mit Maschinen.

A. Herdformerei.

Die allgemeinen Manipulationen der Herdformerei beschränken sich auf zwei Hauptarbeiten:

das Zurichten des Herdes,
das Einformen und Abgiessen.

Das Zurichten des Herdes ist für beide Arten des Herdgusses dasselbe, für den offenen wie für den bedeckten. Die Vorsicht dabei richtet sich nach der Beschaffenheit des Bodens, auf dem die Hütte steht. Ist der Grund an sich locker, liegt die Hütte auf grobem und magerem Sande oder Kies, so bedarf der Herd nur geringer Zurichtung; wo aber fetter Boden sich vorfindet oder wo ein sehr fester, feiner, sandiger Grund vorhanden ist, muss man in der Zubereitung des Formereiherdes vorsichtiger sein.

In solchem Falle gräbt man den Boden wenigstens bis zu 1—1,25 m Tiefe auf, entfernt das ausgegrabene Material, pflastert den Grund der so hergestellten Grube mit Steinstücken oder irgend einem anderen locker liegenden Material und überschüttet diese luftige Schichte mit grobem Formsande von magerer Beschaffenheit, der also etwas Compression verträgt, ohne an Porosität zu verlieren. Auch Kies-, Schlacken-, selbst Cokesunterlagen sind empfohlen und angewandt worden. Darauf kommt als eigentliches Formmaterial eine gehörig starke Schichte besseren Formsandes, in welcher die Formarbeit selbst zu geschehen hat.

Sind nunmehr Gegenstände zu formen, welche bedeutendere Stärken haben, so gräbt man den Herd bis zu genügender Tiefe auf, stellt das Modell hinein und umsiebt es mit dem besseren Formsande, während der Rest des gewöhnlichen Herdformsandes stehen bleibt.

Das Einformen selbst geschieht vorwiegend durch Eindrücken der Modelle in den locker, aber gleichmässig aufgesiebten und sorgfältig geebneten Herd. Wird das Eindrücken recht geschickt gemacht, dann ist die Compression des Sandes an allen Stellen der Form eine gleichmässige. Um das Einebnen des Herdes genau zu bewirken, schlägt man in den Herd ein paar starke Leisten gleich hoch ein und richtet sie mit der Setzwaage vollkommen horizontal. Auf denselben gleitet eine den Herd vollkommen bestreichende Holzschiene, hochkantig aufgestellt, und ebnet die Oberfläche des locker aufgesiebten Sandes vollständig. Wenn das Modell in den Sand eingetrieben ist, umstampft man die Ränder desselben und streicht sie genau ab; demnächst sticht man in den Rand der Form schräge Luftkanäle mittelst des Luftspiesses, der überhaupt bei der Herdformerei fleissig gebraucht werden muss. Bei manchen Gegenständen macht man die Form tiefer als die Dicke des Gegenstandes es erheischt und schneidet dann an mehreren Stellen Abflussrinnen ein, bis zu denen die Form gefüllt werden soll; oft auch, und das ist bei dünnen Gegenständen der Fall, giesst man nur eben so viel Eisen von bestimmtem Hitzegrad ein, als nothwendig ist, um den Boden der Form zu bedecken.

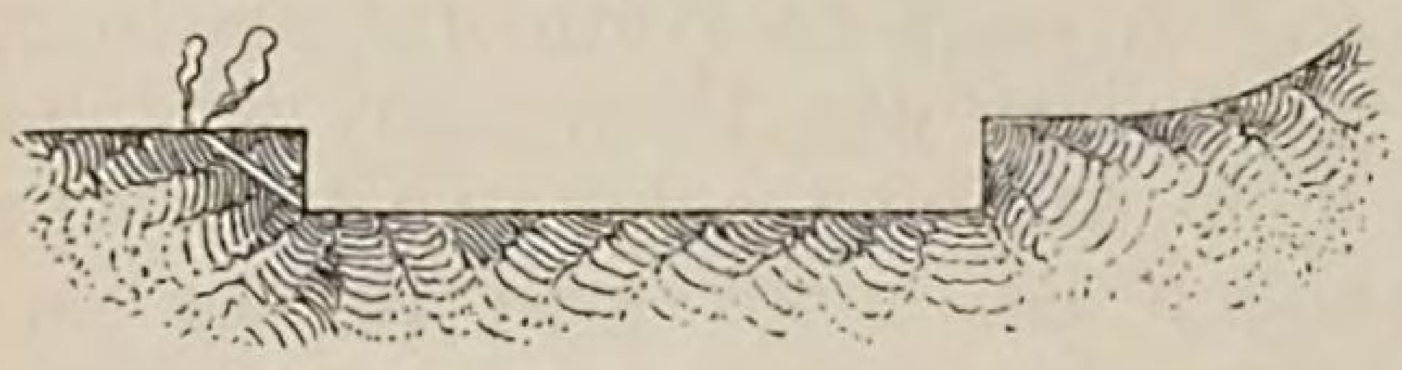
Die Beispiele erläutern die hierher gehörenden Methoden am Besten. Sie sind eingetheilt in solche für den offenen und solche für den bedeckten Herdguss.

a) Offener Herdguss.

Der offene Herdguss schliesst die Herstellung aller der Gegenstände ein, bei denen es nicht auf das glatte Aussehen aller Oberflächentheile ankommt. Folgende Beispiele erläutern denselben.

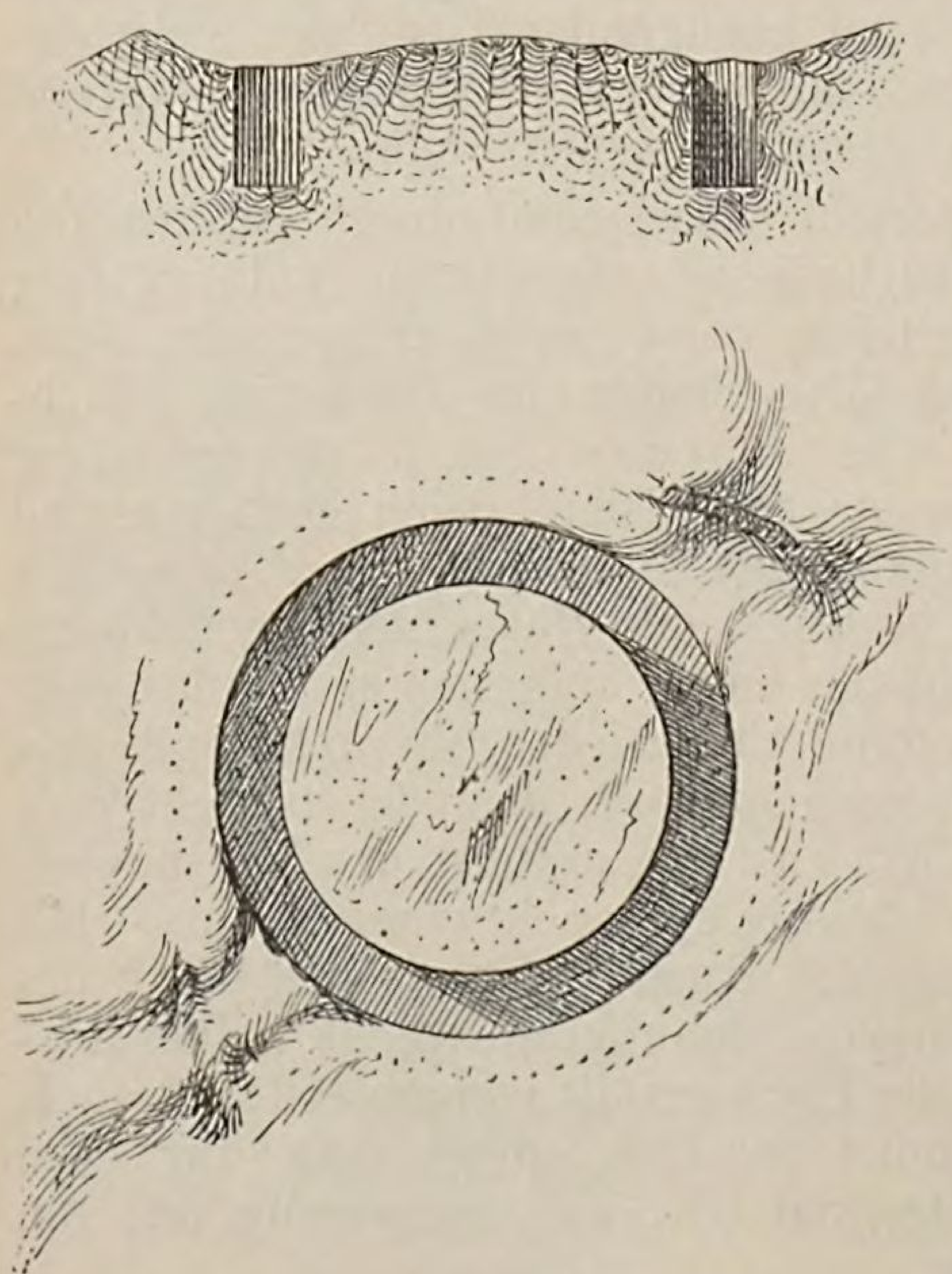
Die Form eines Frischfeuerbodens (Fig. 84) oder einer ähnlichen dicken Platte von rechteckigem Umrisse wird hergestellt, indem man das Modell in den Herd eintreibt und umstampft. Es werden an drei Seiten die Lüfte gestochen, auf der vierten Seite gegenüber (in der Skizze Fig. 84 rechts) befindet sich die Giesskellenstelle und der Gusstümpel, auf dessen Grund das Eisen gegossen werden muss, um in ruhigem Flusse die Form zu erreichen. Ein directes Aufgiessen des Eisens muss vermieden werden, weil die Form nicht so fest gestampft werden darf, dass man nicht ein Abschälen und Ausfressen in diesem Falle zu befürchten hätte. Der Giesstümpel, auf dem das Eisen ja nicht zur Gusswaare erstarrt, kann dagegen fester gestampft sein.

Fig. 84.



Die Form eines Wellringes für starke Holzwellen (Fig. 85) bietet insofern Eigenthümliches, als die Eingüsse einander gegenüberliegen; sie zeigen schräg gelegte Rinnen, um die Abkehrhölzer hinein zu halten. Bei Abkehrkrücken ist diese Vorsicht nicht nöthig, wohl aber bei den vielfach angewandten flachen Holzscheiten, welche Theile des Giesskanales mit fortreissen könnten, wenn man sie in einen glatten, gleichförmig gestalteten Kanal halten wollte.

Fig. 85.



Die Formen eines schwereren Ambosses mit weicher Bahn und einer dazu gehörigen Chabotte finden sich in Fig. 86 und 87 dargestellt.

Diese Theile bieten insofern Eigenthümliches, als beide Gegenstände umgekehrt eingeformt und gegossen werden.

Das Modell der Chabotte ist deshalb auch getheilt, so dass der Boden sich abnehmen lässt, um den Kern gehörig stampfen zu können. Die Luft desselben tritt durch das bedeckende Eisen aus, solange dieses flüssig ist, nachher durch den Herd, d. h. die hohen Seitenwände der Form selbst.

An der Form eines Wellzapfens für Frischfeuergeschläge oder Gebläse Fig. 88 ist der schräg nach der Ecke der Form führende Einguss-kanal bemerklich; da das directe Hineinführen des Eisens die Form leicht alteriren würde, muss eine solche Anordnung getroffen werden. Sehr häufig

Fig. 86.

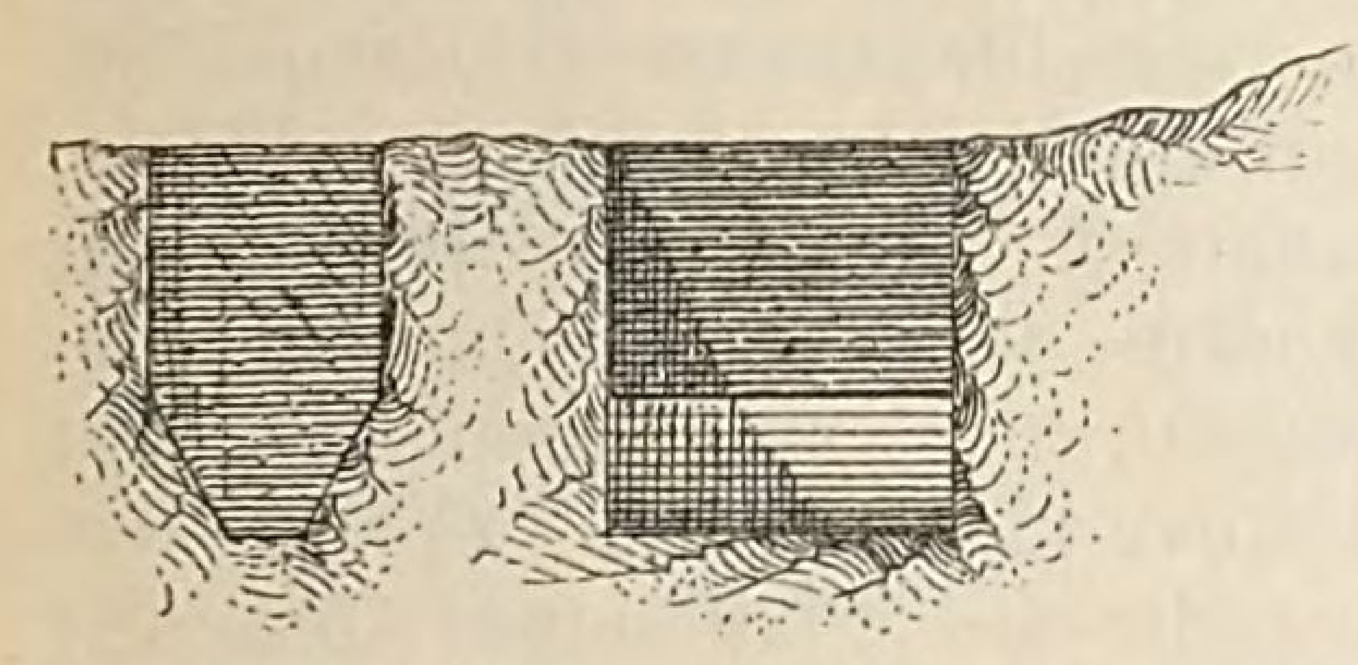
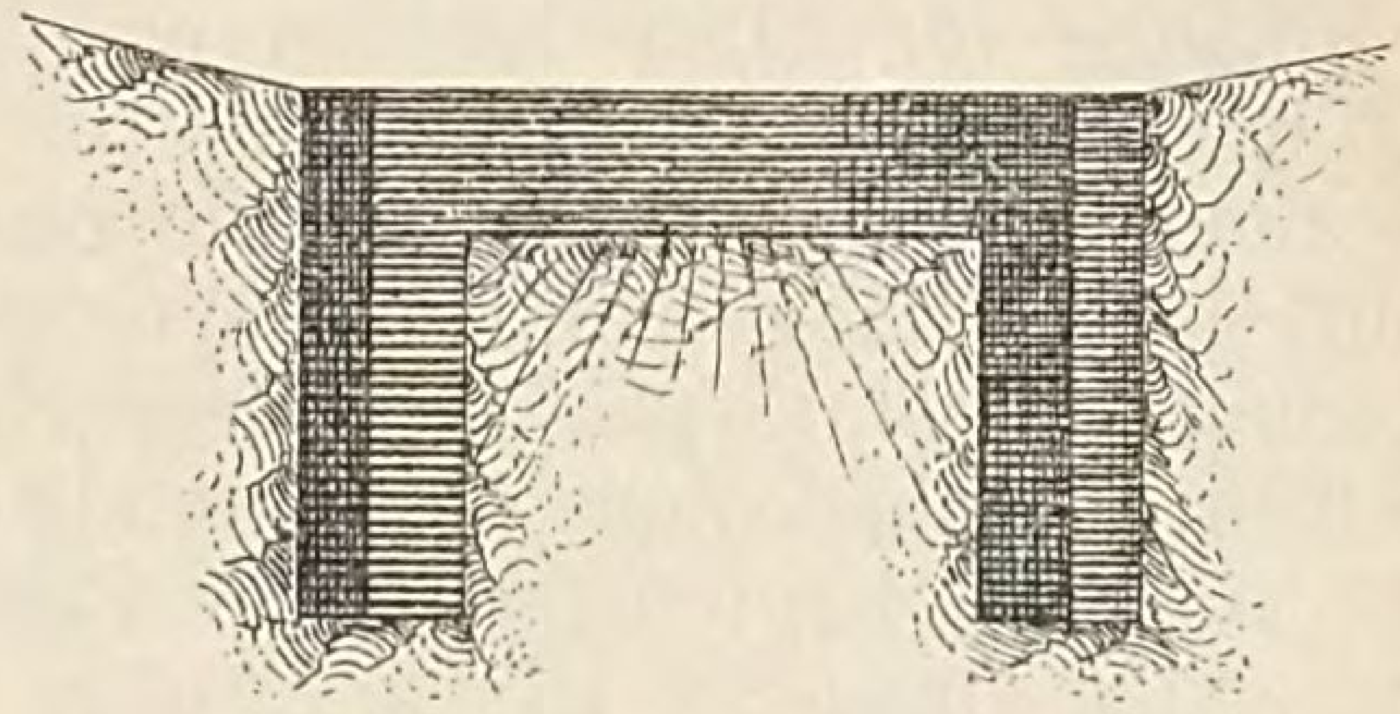
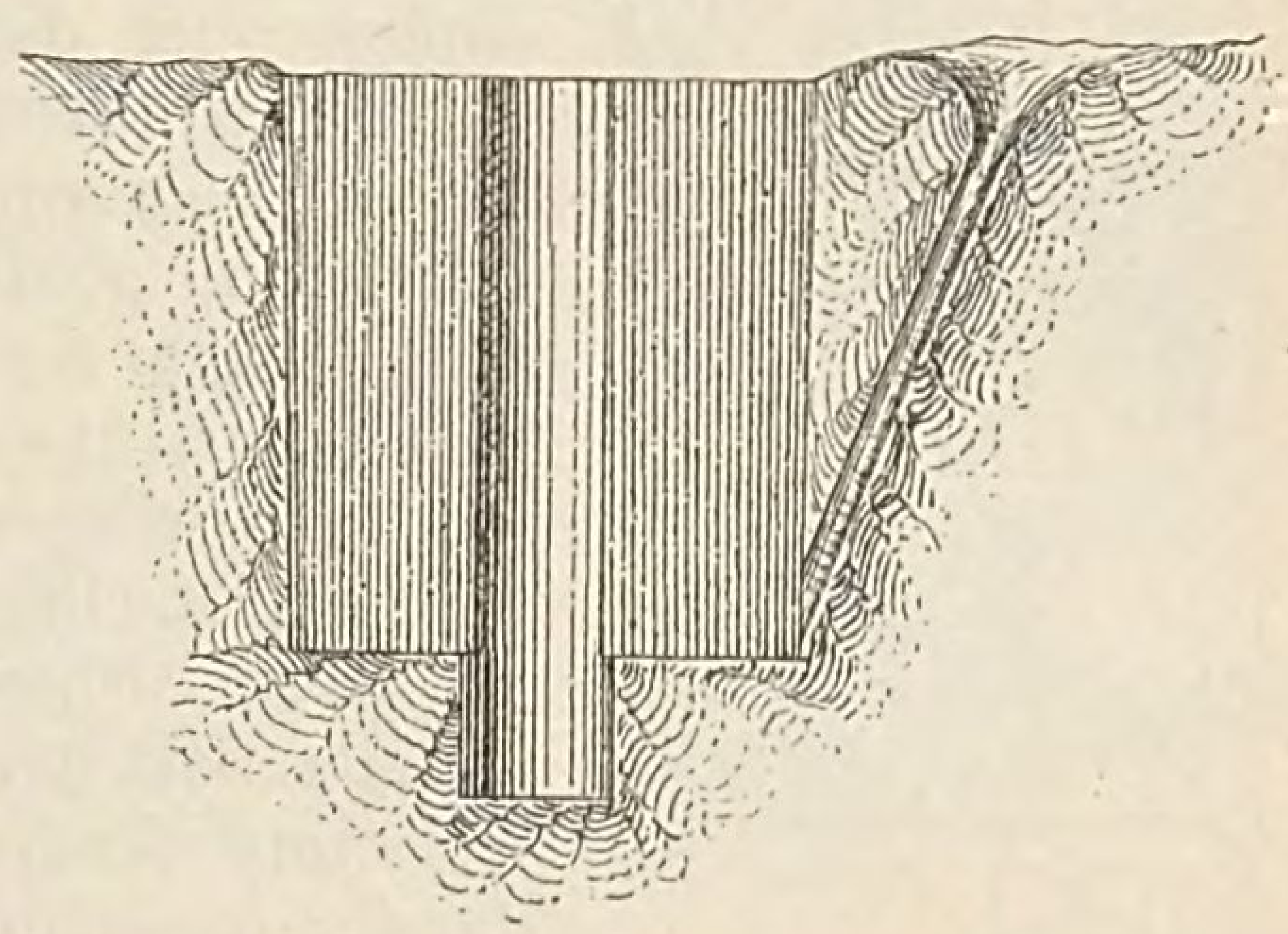


Fig. 87.



verbindet man diese Form mit theilweisem Hartgusse, indem man dem Zapfen eine Schale giebt, dieselbe auf das Modell stülpt und in der Form sitzen lässt. Dadurch erzielt man für den Zapfen auf jeden Fall eine feinkörnige Textur mit geringer Oberflächenhärtung und vermehrter Festigkeit, sobald das Gussmaterial selbst grau war.

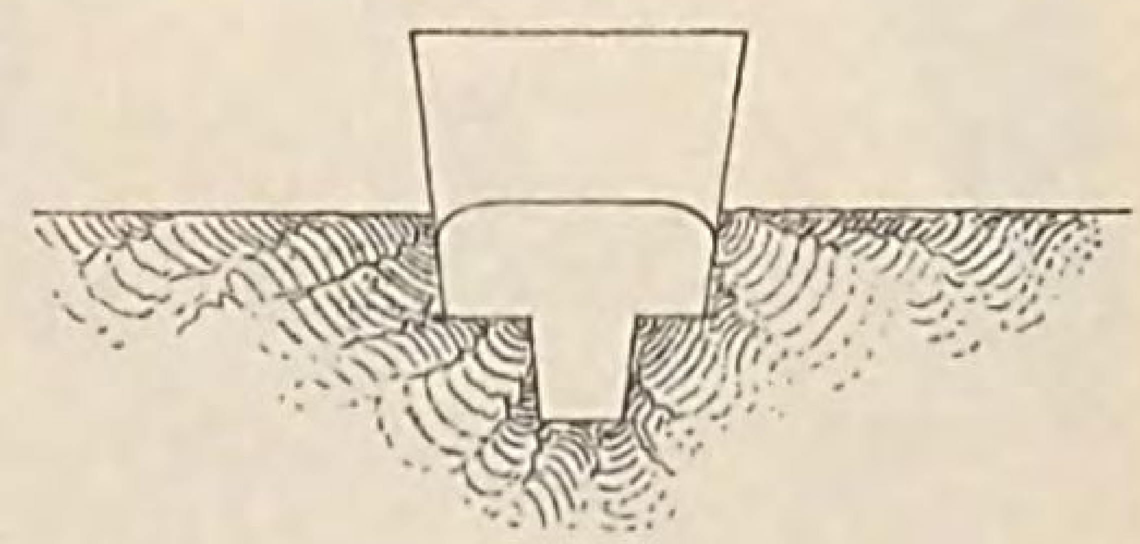
Fig. 88.



Einfachere Beispiele von Herdguss liefert die Formerei von Roststäben, ganzen Rosten von oblonger oder kreisförmiger Gestalt. Alle diese Theile, Roststäbe, Roste und Ofenschienen, werden in den Sand eingetrieben, waagerecht gerichtet, umgestampft und mit Einguss versehen, der oft eine Gabelung und Vertheilung des Metallstromes bewirkt.

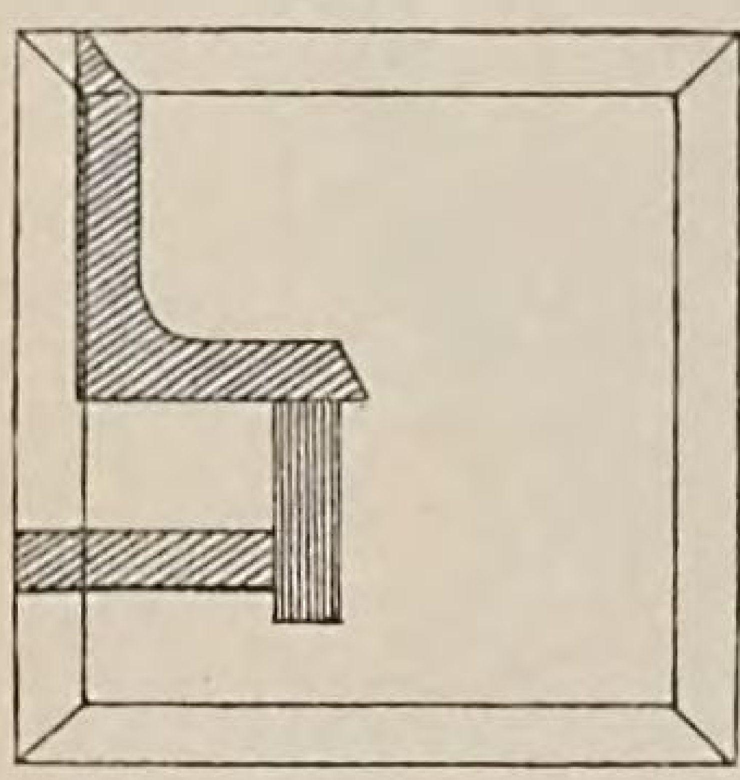
Bemerkenswerth ist noch die Formerei der gewöhnlichen Stabgitter (vergl. S. 163—166 und Fig. 31—44). Fig. 89 stellt den Querschnitt eines Stabes nach der in Tangerhütte u. a. a. O. ausgeführten Methode dar. Die Modelle sind des Eindrückens wegen sehr viel stärker, als es der Zweck eigentlich verlangt und als sie für den Kastenguss zum Beispiel im Gebrauche stehen, werden aber auch nur bis an eine bestimmte Stärke eingedämmt, welche unter Umständen auch nicht ganz voll gegossen wird. Bei diesen Gegenständen kommt es sehr darauf an, das Eisen gleich zu vertheilen, so dass keine schwachen Stellen sich bilden können. Wenn ungleiche Querschnitte vorkommen, wenn z. B. zwischen Rahmen und Sprossen der Fenster ein Unterschied nothwendig ist, so giesst man das Eisen zunächst in die schwächeren Theile und deckt dieselben gleich nach dem Erstarren mit Sand zu.

Fig. 89.



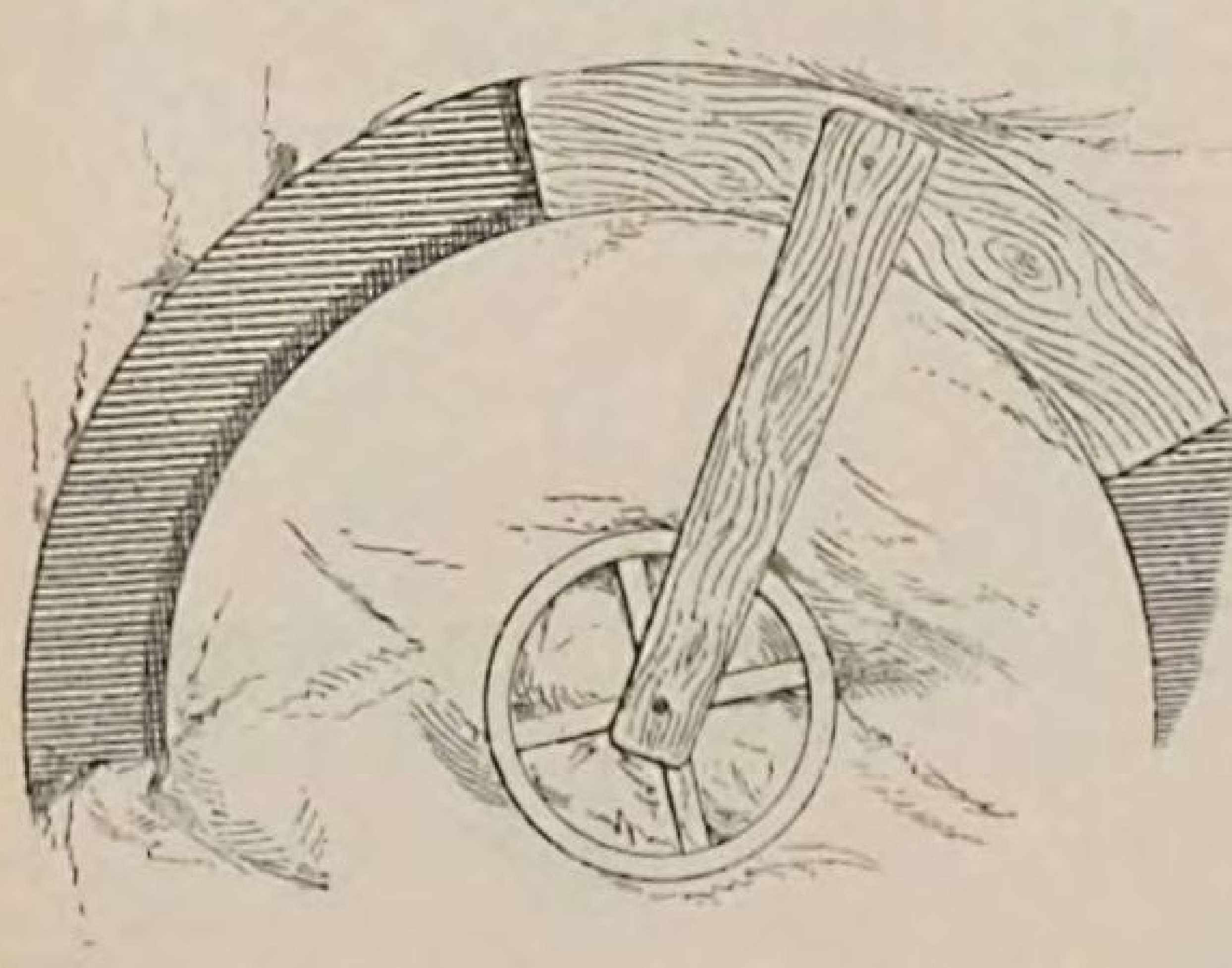
Die bisher geschilderten Beispiele geben die Herdformerei mit fertigem Modell. Es giebt aber Fälle und es sind dieses die zahlreichsten, wo ohne Modell verfahren wird und entweder nur Gerippe desselben oder Theilstücke angewendet werden; auch Formen, welche durch Rotation bestimmter Profile hervorgebracht werden, kommen vor und erfahren ausgedehntere Anwendung. Unter den Beispielen verdienen vor Allem Erwähnung die gewöhnlichen Herdplatten von 10 mm und mehr Stärke und in den verschiedensten Grössen. Sie werden mit Rahmen geformt, die man auf eine leicht geschlagene Fläche auflegt und in gewöhnlicher Weise umstampft. Bei diesen Herdplatten kommt es sehr darauf an, dass Temperatur des Eisens, Qualität desselben, Beschaffenheit des Formmateriales u. s. w. zusammen stimmen, da sonst ein Krummziehen der Platten unvermeidlich ist. (Vergl. das im ersten Bande S. 168 u. ff. über Versuche mit Plattenguss Gesagte.) Etwas mannigfaltiger in der Formerei ist die Herstellung von Façonplatten Fig. 90. Die hier gewählte, früher häufiger als jetzt gestellte Aufgabe ist das Abformen und der Guss einer Vorderplatte zu einem Frischherde, mit Schlackenschlitz versehen. Bei jeder Flammofenrüstung (Bd. I, S. 586 u. ff.) kommen ebenfalls mannigfache Anwendungen nachstehender Operationen vor, die sich selbst erklären.

Fig. 90.



Im vorliegenden Falle wird erst ein Rechteck geformt, nachdem man sich innerhalb desselben den Herd vorbereitet und leicht geschlagen, sowie geebnet hat, dann werden zwei Umrisse und mittelst eines Winkels und zweier Leisten weiter zwei Ränder abgedämmt. Zum Formen des ersten Rechteckes dient ein hölzerner Rahmen, der wie beim Formen der Herdplatten die Eisenstärke haben muss und auf den mit der Richtwaage geebneten und mässig gestampften Herd aufgelegt wird. In dieser Art formt man auch sonstigen groben Ofenguss, z. B. alle zu einer Puddel- oder Schweissofenarmatur gehörigen, mit Oeffnungen und Ausschnitten versehenen Platten, ohne die geringsten Modellkosten zu haben.

Fig. 91.



Auch Rotationsformen werden in gleicher Weise hergestellt und bilden die einfachsten Beispiele des Schablonengusses, wie er mehrfach, bezw. hauptsächlich in den Gebieten der Masse- und Lehmformerei auftritt.

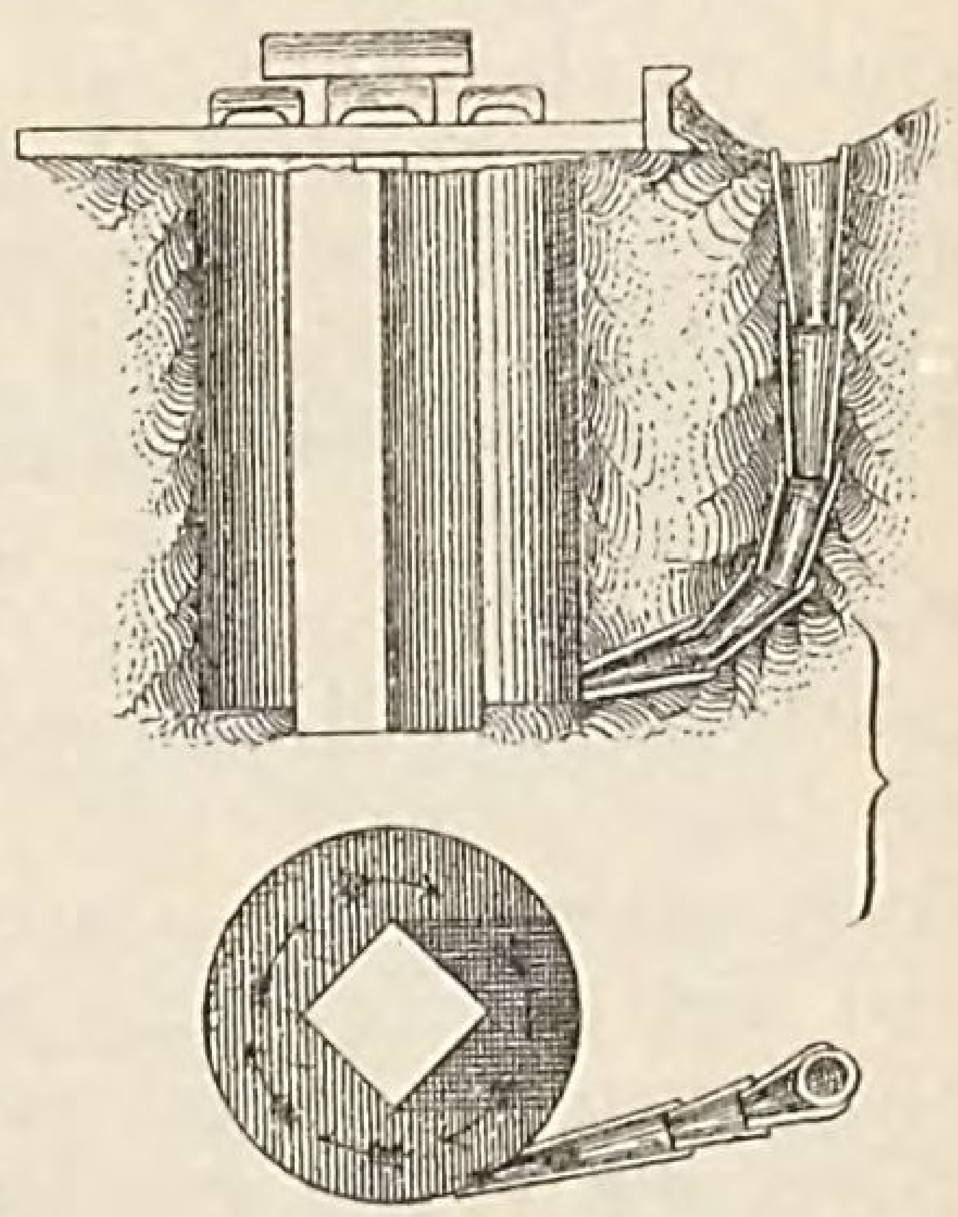
So erfolgt z. B. die Darstellung eines Ofenkranzes Fig. 91 in nachstehender Weise: Man bedient sich dazu einer rotirenden Schablone, die sich um einen auf einem Formbrette oder einem besonders eingerichteten, räderartig gebildeten Mittelstücke befestigten Nagel dreht. Bei einem glatten Profil, wie das hier abgebildete, wird die Schablone, nachdem sie umstampft ist, weiter geschoben und umdämmt. Selbstverständlich muss der Herd entsprechend vorbereitet und

geebnet sein, auch darf man die Wasserwaage keinen Augenblick aus der Hand legen, wenn die Eisenstärken nicht ungleich ausfallen sollen.

Auch Wasserradkränze kann man in derselben Art formen, wenn an dem Modelle die Leisten für die Schaufeln befestigt sind. Hier kann natürlich nicht geschoben werden; man muss das Modell heben und dann weiter einsetzen, wodurch die Arbeit nicht schwieriger, aber zeitraubender wird, als bei dem glatten Kranze. Dennoch ist die Herstellung solcher Kränze mittelst Schablonen vortheilhafter als mit ganzen Modellen.

Einige Schwierigkeit bei dem Gusse verursacht die in manchen seltenen Fällen gebotene Anwendung von Lehmkernen bei offenem Herdgusse. Fig. 92 stellt z. B. die Form einer früher viel gebrauchten hohlen Walze für Erzquetschen dar, welche mit besonderem Eingusse versehen wurde, der in tangentialer Richtung in den untersten Theil der Form einmündete, um die Form möglichst zu schonen, namentlich aber, um die Walzenoberfläche recht rein zu erhalten. Der Kern musste hier sehr stark belastet werden, wenn er durch das Eisen nicht gehoben werden sollte.

Fig. 92.



Eigenthümlich ist noch die Darstellung von Formstiften oder Gussnägeln für den eigenen Bedarf der Formerei. Die Anschauung einer hierzu eingerichteten Form giebt Fig. 93a im Profil und Fig. 93b von der vorderen Seite aus gesehen. Bei dem Herabrieseln des Eisens aus der gemeinschaftlichen Eingussrinne im Scheitel des Giesshügels füllen sich die mit einem Luftspiesse hergestellten einzelnen Stiftformen mit Eisen an; der Ueberrest sammelt sich im ebenfalls gemeinschaftlichen Sammelkanal am Fusse des Giesshügels.

Fig. 93a.

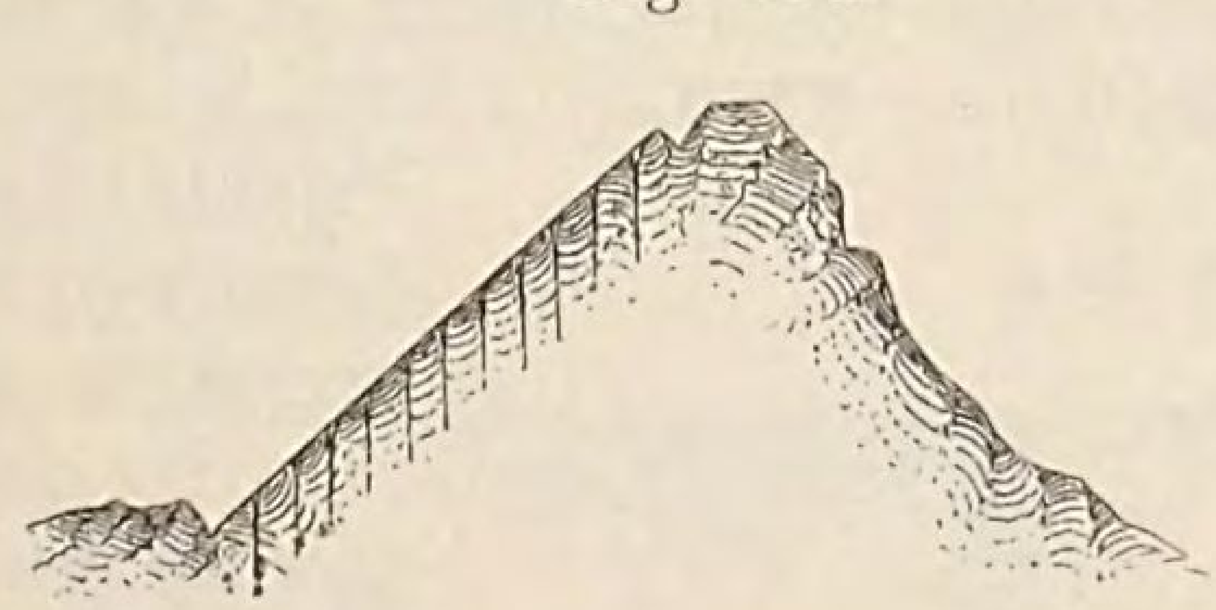
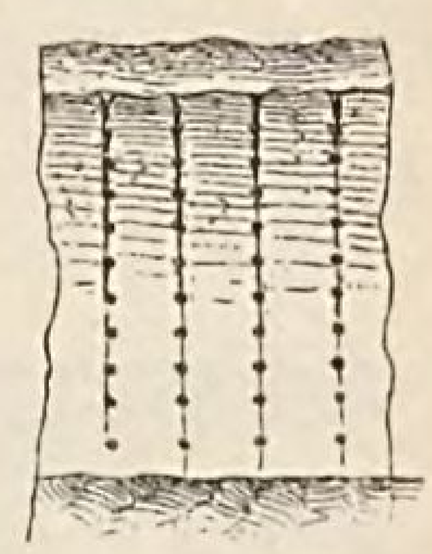


Fig. 93b.



Derlei Stifte wurden seiner Zeit viel zum Feststecken der Formen gebraucht und sind später meist durch Drahtstifte oder aus Draht gemachte sogenannte Schaken ersetzt worden.

b) Verdeckter Herdguss.

Der Herdguss wird verdeckt, wenn er eine glatte Oberfläche haben soll und aus verschiedenen Gründen doch nicht durch Kastenguss ersetzt werden kann. Man verdeckt ihn entweder durch einen mit Sand gefüllten Formkasten oder mit Verdeckplatten. Jenes geschieht, wenn der Guss keine bedeutende Oberfläche hat und bequem unter einem der Sandformkasten zu bewegen ist, das Letztere, sobald ungewöhnliche Grössenverhältnisse obwalten.

Die Behandlung des verdeckenden Kastens ist der Kastenformerei überall vollkommen entsprechend, so dass hier nur die andere Methode zu

beschreiben ist. Die Anwendung von Kasten als Verdeckstücke ist überhaupt nur eine unvollständige Kastenformerei, insofern dabei ein Unterkastenumriss durch Eintreiben von Blechstücken, selbst von Holzkeilen in den Herd hergestellt ist, der die Stelle des Deckkastens markiren hilft.

Ein interessantes Beispiel bietet die Form eines Radkranzes mit Verdeckplatten. Es handelt sich dabei um einen Kranz mit Holzkämmen zum Mühlenbetriebe, ohne Armkreuz und mit Laschen zur Aufnahme von Holzarmen.

Das Modell ist auf der unteren Seite mit aufgenagelten Kernmarken versehen und wird im Ganzen eingeformt, während die Kerne aus Masse in einer Kernbüchse dargestellt und getrocknet, dann überschlichtet und wieder getrocknet werden, wie dieses bei der Behandlung der Masseformerei beschrieben werden wird.

Auf die geebneten Ränder der Form werden, solange das Modell sich noch darin befindet, Segmente einer gusseisernen Ringplatte, mit Lehm unterwärts geschlichtet, gelegt und sorgfältig an einander gepasst, so dass zwischen mehreren derselben schmale Zwischenräume zum Abführen der Luft bleiben. Diese Lufträume können auch in den Platten selbst sein, indem man Löcher hineinbohrt.

Wenn Alles passt, hebt man die Verdecke ab und legt sie um die Form herum auf ihre Oberseite, um sie nicht zu verwechseln, dann hebt man das Modell aus, macht die Eingusskanäle, 3—4 radial auf die Innenperipherie der Form gerichtete Rinnen, zurecht und putzt die Form sauber aus. Dann setzt man die Kerne für die Zahnhöhlen ein und legt die Verdecke auf, deren Fugen mit etwas steifem Sandlehm am Besten zu bestreichen sind, um den Abschluss genau zu machen. Wenn die Fugen mit einigen Holzkohlen getrocknet sind, belastet man die Verdecke mit eisernen Gewichten und verdämmt Alles mit Sand, besonders um die Lüfte herum, führt in diesen Sandwällen den näheren Einguss von Aussen her nach dem zum inneren Einguss hinabführenden Trichter herüber und umdämmt den Letzteren möglichst hoch, weil scharf gegossen werden muss.

Fig. 94a.

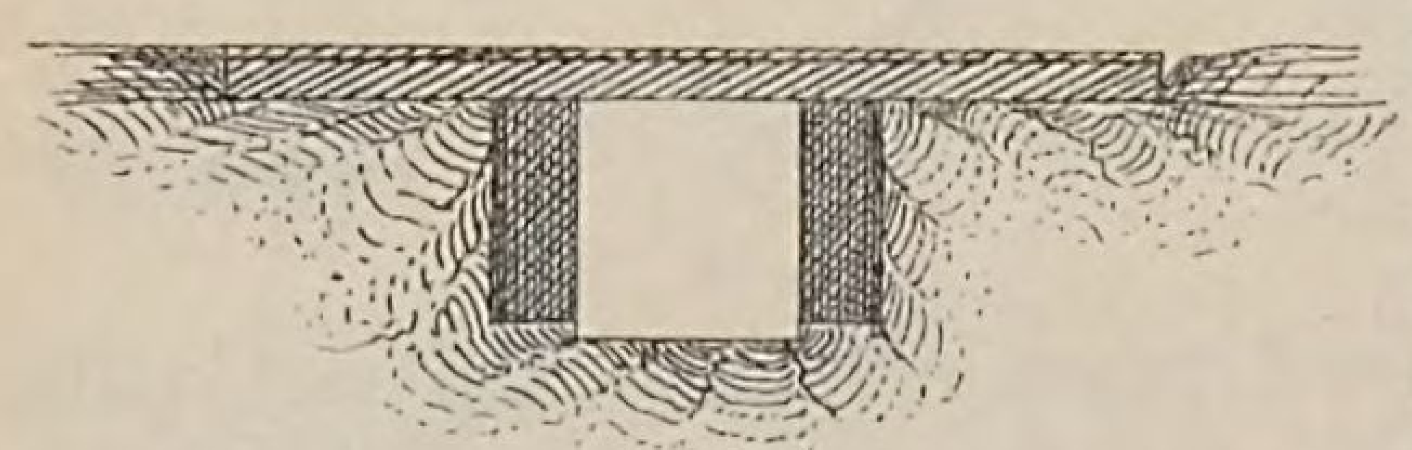
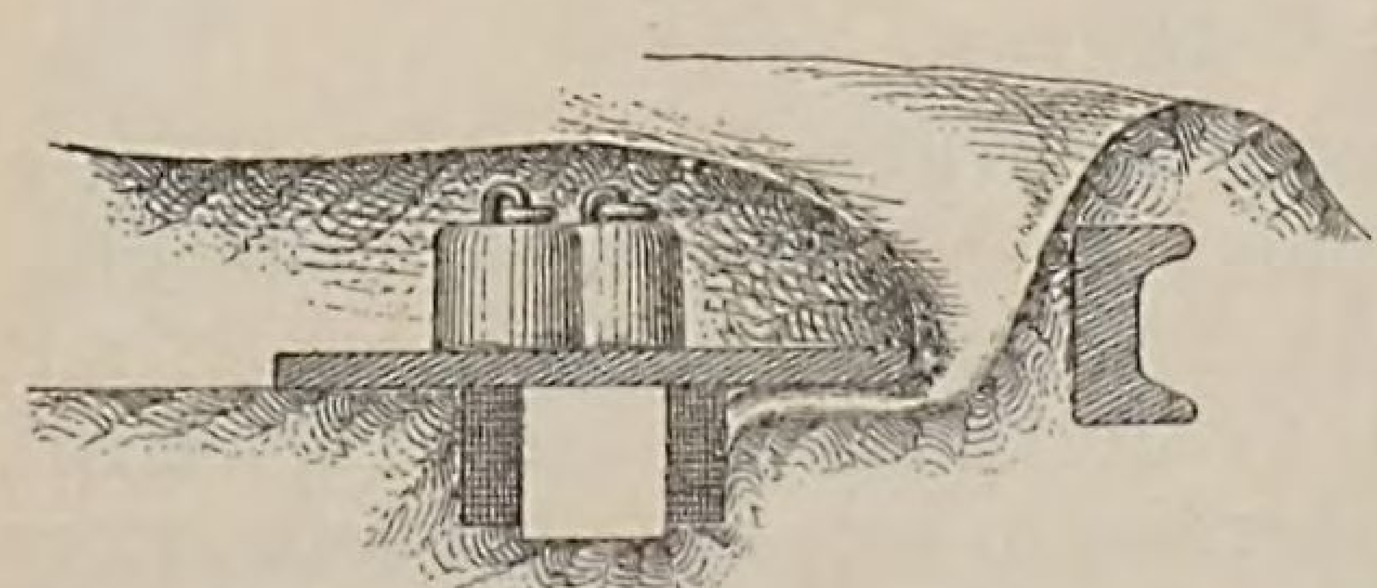


Fig. 94b.



In den Figuren 94a und b ist sowohl ein radialer Durchschnitt der Form an einer gewöhnlichen Stelle, als auch ein solcher durch den Einguss dargestellt.

Complicirte Aufgaben des Herdgusses werden oft in kleinen Giessereien versucht, deren Arbeiterlöhne gering, deren Modellkosten aber hoch sind, und bei denen direct aus dem Hochofen gegossen wird.

Balken mit T-förmigem Querschnitte und gewölbter Form, zur Anlage von Gewölben über einer mässig grossen Halle, wurden auf einer schlesischen Eisengiesserei theilweise ohne Modell im verdeckten Herde zu giessen versucht. Nur das Vertikalblatt des Balkens, welches das Profil der gewölbten Form angeben

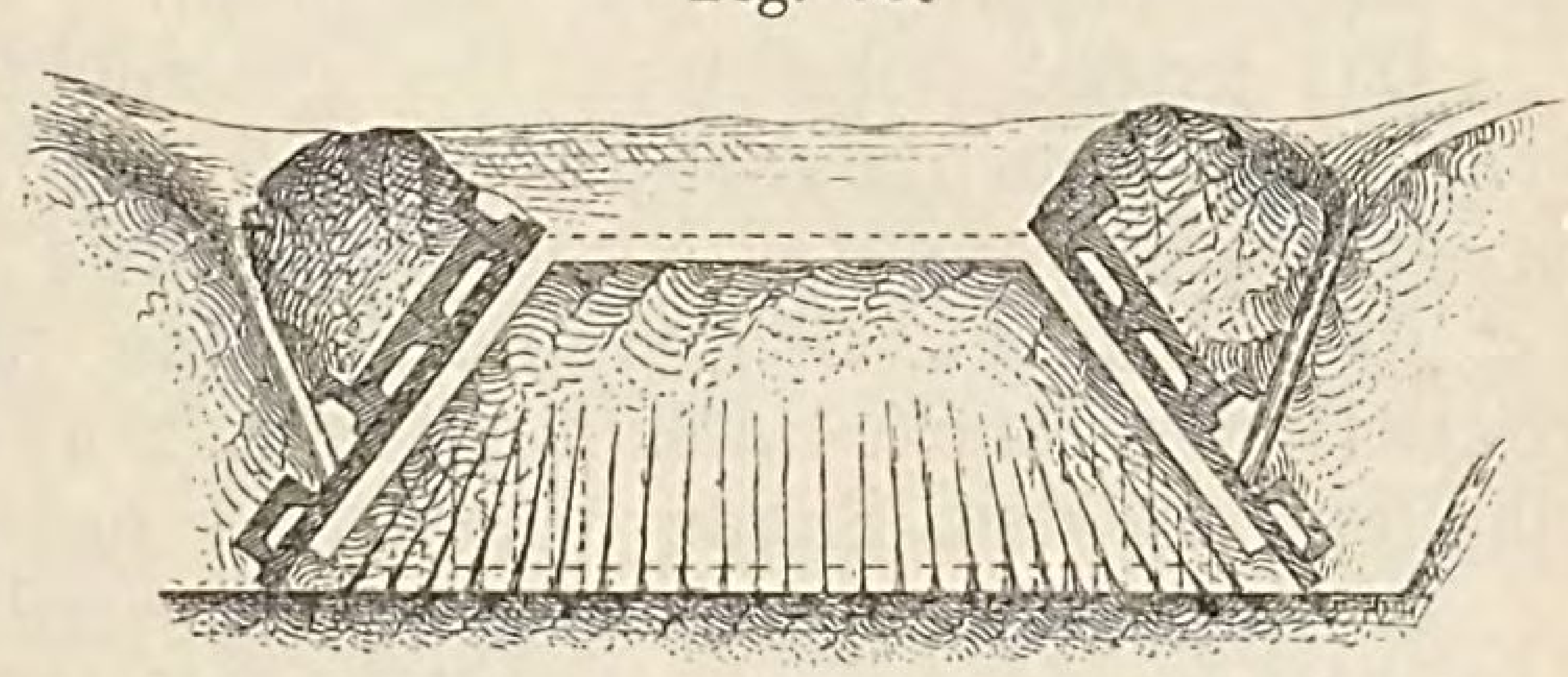
musste, war modellirt und wurde mit der (oberen) convexen Seite in den Herd geschlagen, dann dieser nach dem Profil der concaven Seite abgestrichen, die Rippe mit einem leicht gekrümmten kurzen Modellstücke auf der abgestrichenen Fläche geformt und das Ganze mit Verdecken zugedeckt, so dass die Auflagerplatten der Enden mit der Hüttensohle in einer Ebene lagen und allein offen blieben.

Der Versuch, solche Gussträger dauernd zu verwerthen, scheiterte an den früher angedeuteten statischen Schwierigkeiten.

Schleifsteintröge für Grobschleifereien, welche mit schrägliegenden Seitenverdecken und einer oben offenen Form hergestellt worden sind, gehören ebenfalls hierher.

Fig. 95 stellt den Durchschnitt einer solchen fertigen Form dar, unter der sich ein schmaler, aber hoher Luftkanal befindet. Es wurde hierbei zunächst eine hinlänglich tiefe Grube in den Herd gegraben, um den Luftkanal in Form einer Latte einlegen zu können; nachdem dieser eingestampft war, stellte man die beiden trapezförmigen Langseiten des Troges auf und stampfte sie innen und aussen fest, wobei darauf zu achten war, dass die zwischen den Seiten im Innern des Troges befindliche Masse lockerer gehalten war als der äussere Herd.

Fig. 95.



Die Begrenzung dieses lockeren Kernes an den schrägen Seiten geschah durch glatte Bretter von der betreffenden Breite, welche auf die Stossflächen der Langseitenmodelle gelegt wurden. Deren Aussenfläche entsprechend, wurde der Sand über die Breite des Troges beiderseits glatt abgestrichen und dadurch das Auflager für die schräg zu legenden Verdecke geschaffen, die in gewöhnlicher Weise herzurichten waren. Nachdem dieselben angepasst worden, zog man die Modellbretter der Langseiten heraus und putzte den Kern von allen Seiten. Nachdem die Verdecke aufgelegt worden waren, bestimmte man die Eingüsse durch konische Stäbe, beschüttete die in den Fugen verschmierten Verdecke sorgfältig mit dem vorher ausgeworfenen Herdsande, wobei eine passende Beschwerung nicht unterlassen wurde, und vollendete endlich die Form auf die in der Skizze angedeutete Weise.

B. Kastenformerei in gewöhnlichem Sande.

Die Einzelverrichtungen bei dem Kastengusse sind im Allgemeinen folgende: Das Modell wird in der Regel nicht in den Sand eingedrückt, wie bei dem Herdgusse, sondern auf einer dasselbe gleichmässig unterstützenden Unterlage mit Formmaterial überstampft.

Nur bei der Kastenformerei mit Maschinen wird das Modell oder die dasselbe enthaltende Modellplatte vereinzelt in den Sand gedrückt.

Die Unterlage besteht für Gegenstände, die sich oft wiederholen, aus dem Gypsabgusse der einen Seite, der in einem festen Holzrahmen enthalten ist. Bei ganz einfachen Formen wendet man starke

Bretter an, in welchen die Contour des Objectes mit schiefen Flächen ausgeschnitten ist, so dass das Modell nicht hindurchfallen kann, sondern mit seinen glatten Flächen oder auch sonst fest aufliegt. Das geschieht beispielsweise bei der gewöhnlichen Röhrenformerei in waagerechter oder schräger Lage, wie später besonders gezeigt werden soll.

Bei Stücken, die selten vorkommen, verfährt man oft so, dass man auf einem Formbrette einen Haufen Sand feststampft und das Modell hineintreibt, dann die Sandoberfläche so weit glättet und abgrenzt, als es erforderlich ist. Nachdem die Oberfläche mit trockenem Streusande isolirt worden ist, stülpt man den einen Kasten mit der Passleiste auf das Formbrett und beginnt die Manipulation des wirklichen Formens damit, dass man mit einem feinen Siebe etwas besseren, namentlich frischeren Sand, den Decksand, auf das Modell aufstreut und erst, nachdem dasselbe bedeckt ist, den Kasten mit gewöhnlichem Sande, dem Füllsande, vollschüttet und verstampft.

Das grosse Geheimniss der geschickten Former ist der richtige Grad der Compression, den sie dem Sande zu geben wissen und der sich nach Gestalt und Lage des Objectes, sowie nach der Art des Sandes richten muss. Man muss wesentlich die von der Gestalt des Stückes abhängige Gusslage des Gegenstandes im Auge behalten, um dem Sande überall die richtige Consistenz zu geben.

Kerne müssen locker gehalten werden, ebenso die Massen des Unterkastens da, wo die abziehenden Gase des Formsandes schwerer einen bequemen Ausweg finden und nicht durch das die Form anfüllende Metall gehen sollen. Der Oberkasten kann fester gehalten werden, weil er dem Treiben des Eisens widerstehen muss; dagegen ist es nothwendig, die Masse des Oberkastens mit Luftkanälen zu versehen, resp. dieselben hinein zu stechen. Auf die Disposition des Eingusses muss ebenfalls Acht gegeben werden; man leitet das Eisen so in die Form, dass es ohne Stoss in dieselbe gelangt und erst dann andere Wege annimmt, wenn der Fluss langsamer geworden ist.

Die übrigen Theile der Form werden ebenso behandelt wie der zuerst geformte und die Trennungsflächen erhalten den gleichen Ueberzug von trockenem Sande, der das Aneinanderhaften der Kasten verhindert.

a) Zweitheilige Kastenformerei.

Das einfachste Beispiel für die Sandformerei im zweitheiligen Kasten ist wohl die gewöhnliche Ofenplatte, glatt oder verziert; ferner gehören hierher die Ofenthüren, Falz- und Kochringplatten, Ofenschienen u. s. w.

Manche dieser Dinge sind auf beiden Hauptseiten glatt, manche sind auf einer oder auf beiden Seiten mit Verzierungen resp. Erhabenheiten versehen, wieder andere bestehen aus durchbrochenen Verzierungen, ohne den plattenförmigen Charakter zu verlieren und den Uebergang zu den Gittern zu vermitteln. Das Formereiverfahren ist sehr einfach. Man legt auf ein Modellbrett, das in manchen Fällen etwas ausgestochen sein muss, um sehr starke Reliefs des Gegenstandes aufzunehmen, das Modell mit der nicht verzierten Seite auf und übersiebt die Hauptseite, welche meist in den Unterkasten kommt, mit feinem

Sande in dünner Lage. Dann füllt man den übrigen Theil des Unterkastens mit gewöhnlichem Sande an, stampft vorsichtig und gleichmässig fest, streicht ab, sticht im Nothfalle feine Lüfte bis nahe auf das Modell und wendet mittelst eines Formbrettes um, hebt das Modellbrett ab und putzt die blossgelegte Trennungsfläche, sowie die andere Seite des Modelles sorgfältig ab. Hierauf bestreut man die Sandfläche mit Streusand, setzt den Oberkasten auf und stellt den Einguss an die richtige Stelle, übersiebt das Modell in derselben Weise wie beim Einformen des Unterkastens und füllt, nachdem man bei grösseren Kasten eine Spreize eventuell eingelegt hat, mit dem übrigen Sande, stampft gleichmässig und streicht die Kastenoberfläche mit dem Richtscheite glatt ab.

Dann lockert man das Eingussmodell, zieht es heraus und erweitert den Trichter nach oben zu, um das Giessen zu erleichtern. Wenn der Guss sehr rasch geschehen muss, z. B. bei sehr dünnen Sachen, ist oft eine Erhöhung der äusseren Eingussränder erforderlich, welche natürlich vor dem Ausheben des Eingussmodelles gemacht werden muss.

Man hebt darauf den Oberkasten vorsichtig ab, stellt ihn seitwärts auf, putzt die Unterfläche desselben, glättet und befestigt die etwa locker gewordenen Stücke und feuchtet behufs besseren Stehens einzelne Kanten der Form mit Wasser leicht an (ein Mittel, das aber leicht zu missbräuchlicher Anwendung führt).

Aus dem Unterkasten hebt man mittelst einer in das Modell einzudrehenden Griffschraube oder in anderer Weise, nachdem man die Oberfläche des Sandes von dem überflüssigen Streusande befreit und die Verzweigungen des Eingusses geschnitten hat, das Modell aus, nachdem es durch vorsichtiges Klopfen gelockert.

Das Ausheben geschieht anfänglich ganz langsam und vorsichtig; man sucht zu fühlen, ob Sandtheile am Modelle hängen geblieben sind, oder ob es sich leicht ablöst. Dann hebt man entweder rasch aus oder man drückt noch einmal ein und klopft auf das Modell.

Bei Platten, wo die Vertikalflächen des Gegenstandes sehr niedrig sind, ist das Ausheben einfacher als bei hohen Stücken.

Nachdem das Modell heraus ist, putzt man die Form aus und stäubt nun beide Kastenhälften mit Staub aus kurzbrüchiger Holzkohle ein, den man feststreicht, wo glatte Flächen sind. Verzierungen muss man durch nochmaliges Einlegen des Modelles oder durch vorgängiges Stäuben vor dem Sandaufsieben einen glatten Ueberzug geben. Die fertigen Kastenhälften stellt man nun zum Gusse zusammen, verklammert oder beschwert sie und verstreicht die Fugen mit gewöhnlichem Sande, eine Maassregel, die nicht nöthig ist, sobald nicht zu starke Anwendung des Streusandes stattgefunden hat und die Kastenflächen fest auf einander ruhen.

Fig. 96.

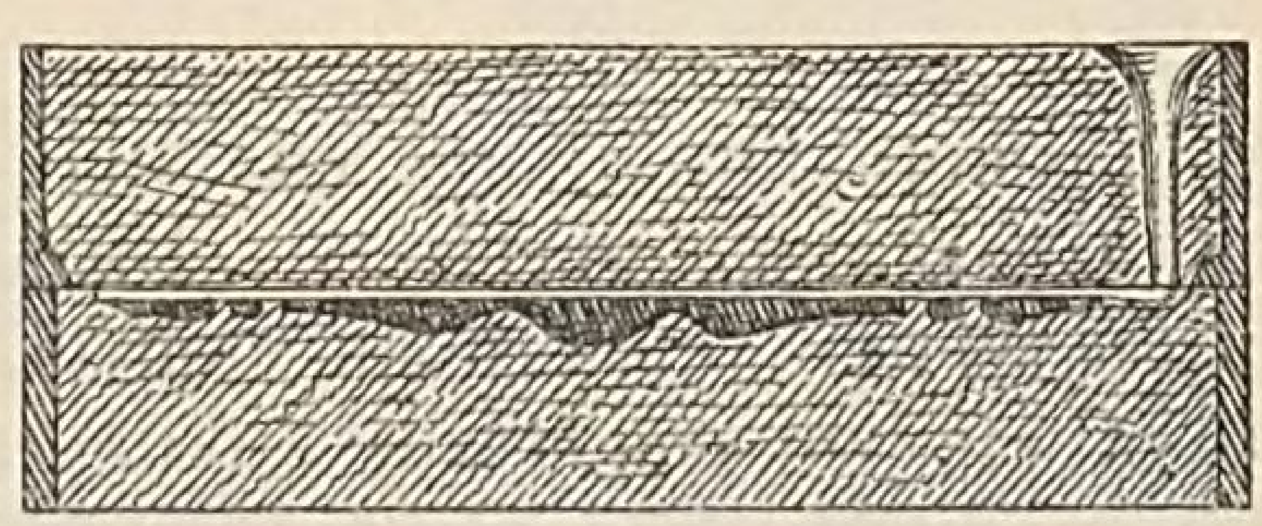


Fig. 96 zeigt den Vertikaldurchschnitt einer verzierten Ofenplatte oder Ofenthüre, woraus die Einfachheit der Procedur hervorgeht.

Bei grossen Platten, z. B. den grösseren Falz- und Kochherdplatten u. s. w., kann von dem Umwenden des Unterkastens und der Anwendung eines Modellbrettes natürlich keine Rede sein;

man verfährt wie beim Herdgusse und schlägt das Plattenmodell in den auf der Hüttensohle stehenden Unterkasten, oft auch in den Herd der Hütte ein und setzt dann den Oberkasten darauf. Der Rest des Verfahrens ist ebenso wie bei der Formerei in kleinerem Kasten, nur steigert sich die Zahl und die Ausbreitung der Eingusskanäle.

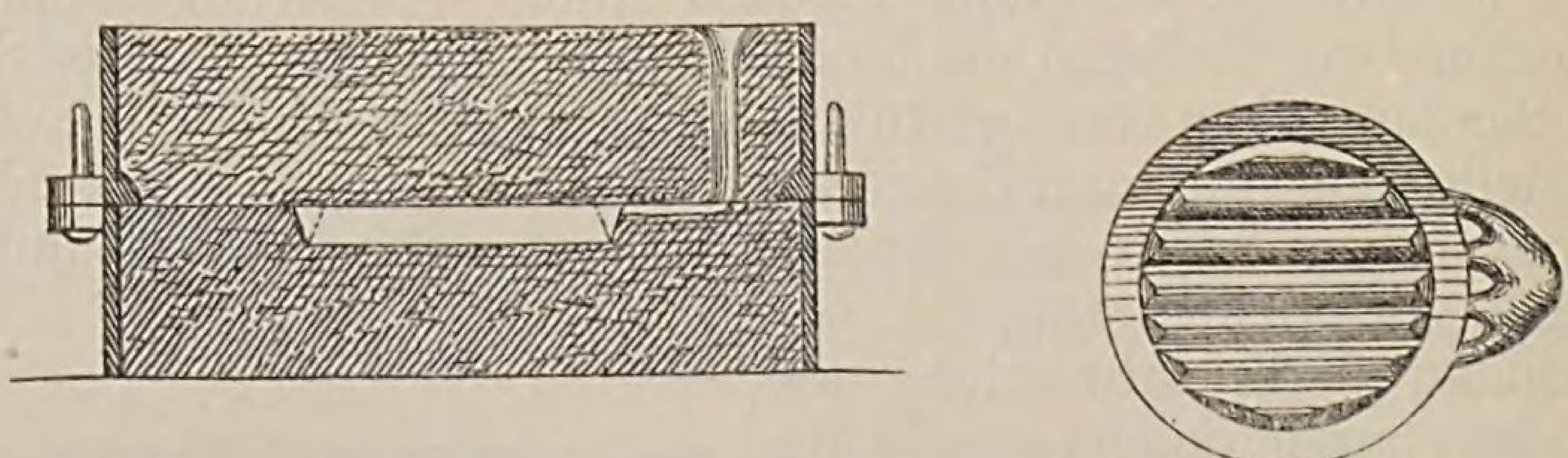
Roste und Ofenschienen (flache Gussstäbe zum Einbauen in Kachelöfen bestimmt und im Norden viel gebraucht) werden ähnlich behandelt, wie die Modelle bei dem Herdgusse; sie kommen ganz in den Unterkasten und werden mit der Aschenfläche nach oben gekehrt, also steil geformt. Nur bei den Ofenschienen herrscht die flache Lage vor. Von beiden Gegenständen kommen zugleich mehrere in einen Kasten zu liegen, die aus einem Vertikaleingusse gegossen werden, der auf einen breiten Horizontaleinguss zu stehen kommt, von dem aus Zweige nach den einzelnen Objecten führen.

Eine besondere Rolle spielen die noch zeitweilig vorkommenden hohen und dünnen Roststäbe für Locomotivfeuerungen, dann für klare Brennstoffe, z. B. Braunkohlenklein unter Siedepfannen u. s. w. Von Anwendung eines Modellbrettes ist hierbei nicht die Rede, indem man so schmale Objecte durch Umstampfen ganz sicher auch unterstampfen kann. Man treibt die Modelle horizontal, aber hochkantig in den hinreichend vorgesiebten Sand und richtet sie mit der Setzwaage so, dass sie nach der einen, dem Eingusse abgewendeten Seite ein ganz klein wenig geneigt sind, um das Ausgiessen zu erleichtern. Ist ein Unterkasten vorhanden, so stellt man diesen etwas schräg. Nachdem sie umstampft sind, streicht man den Sand ab und glättet die Trennungsfläche, um sie dann mit Streusand zu isoliren.

Der Oberkasten kann hierbei sehr fest gestampft werden, da er wenig Gase entwickelt, indem die metallberührte Oberfläche im Verhältnisse zur Masse nur sehr unbedeutend ist. Die Belastung des Kastens braucht ebenfalls nur sehr gering zu sein, da das Treiben des Metalles nicht Fläche genug findet, sich hinreichend zu entwickeln.

Fig. 97 giebt die Darstellung der Form eines runden Tafelrostes für Oefen und zeigt in dem Grundrisse sehr deutlich die Disposition

Fig. 97.



des Horizontaleingusses, der sich ebenso oft gabelt, als die Form natürliche Gusskanäle darbietet. Dieses Princip der Vertheilung des flüssigen Eisens wendet man noch vielfach und namentlich in den complicirtesten Fällen an, wo es darauf ankommt, das einfliessende Metall so zu leiten, dass es die verschiedensten vom Eingusse gleich weit entfernten Punkte ziemlich zu gleicher Frist erreicht und nirgends durch Stagniren des Flusses die Bildung einer Gusshaut und dadurch unangenehmer Schweissnähte verursacht.

An die Formerei von Rosten, Roststäben, Ofenschienen u. s. w. schliesst sich die Darstellung einfacher Maschinentheile, welche im Gegensatze zu jenen vorwiegend Dinge von massiger Construction, d. h. einem stärkeren Verhältnisse der Masse zur Oberfläche sind.

Einfache Lager zu Mühlenwerken, Getriebe, Zahnräder ohne Arme, mit gröberer Theilung u. s. w. gehören hierher.

Ueber die Darstellung dieser Klasse des Maschinengusses lässt sich im Allgemeinen Nachstehendes sagen:

Sie verlangt ein dichtes, durchaus fehlerfreies Gefüge und muss deshalb unter höherem Drucke gegossen werden, als ihre Gestalt, das Verhältniss der Masse zur Oberfläche es eigentlich verlangt. Es handelt sich hier nicht darum, das Eisen in eine Form von engem Querschnitte zu treiben und dieses Vorhaben durch einen gesteigerten Druck zu erleichtern, sondern in einer leicht auszufüllenden Form soll das Eisen unter dem Drucke eines breiten und hohen Eingusses erstarren und dadurch dicht und fehlerlos werden.

Eine weitere Vorsicht ist Abkühlen des Eisens, soweit es seine Giessbarkeit zulässt, und Giessen mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit.

Die Luft muss einen hinreichend freien Austritt besitzen, um das Einfliessen des Eisens nicht zu hindern; aus diesem Grunde sorgt man namentlich für die Luftabführung aus der Form selbst und ihr ungehindertes, während des Gusses gesteigertes Entweichen.

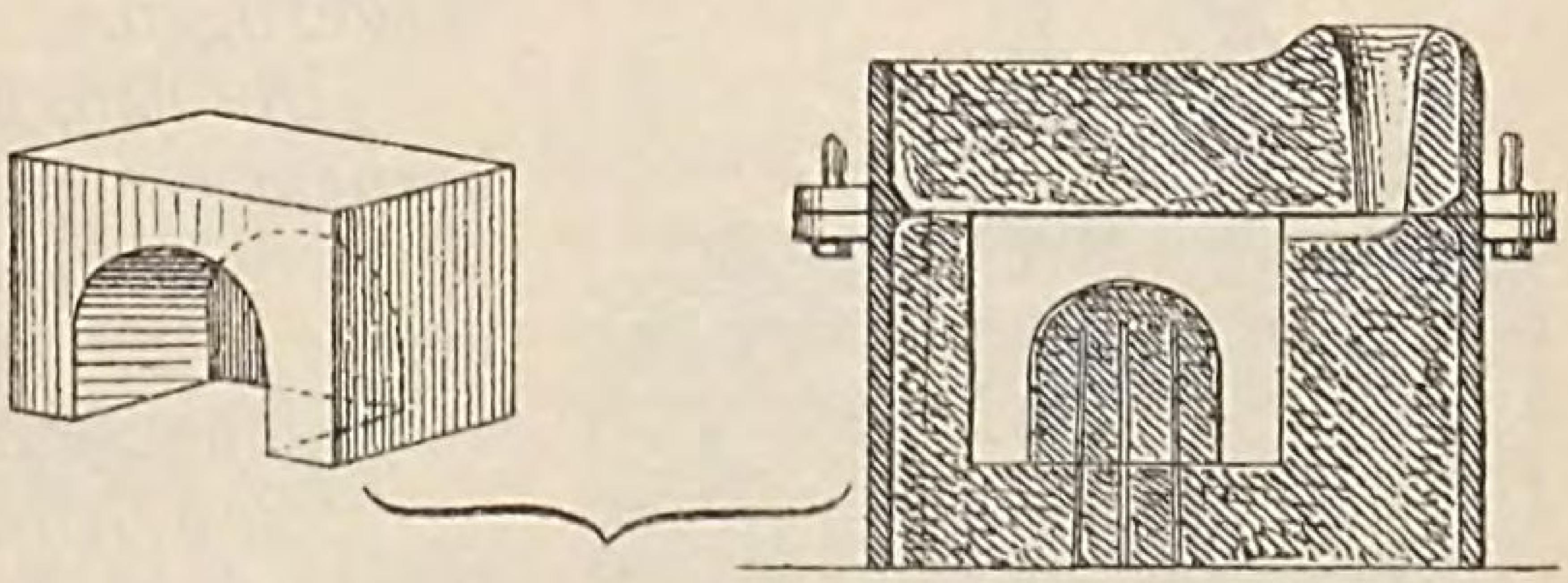
Die Entzündung dieser Luft wird absichtlich verzögert, bis die Form beginnt, sich zu füllen und bis das Entweichen der Luft mit bedeutenderer Geschwindigkeit stattfindet.

Das plötzliche Entzünden der Luft ruft stets eine Explosion hervor, die sich nach dem Innern der Form verpflanzt, wenn die Luft eben noch langsamer strömt; dadurch entsteht sehr leicht ein Abbrennen der Schwärze, d. h. des Staubes, und ein Anbrennen des Sandes geschieht ebenfalls leichter.

Indessen ist diese Vorsicht bei den kleineren Sandformen noch immer nicht so wichtig als bei grösseren und bei Masse- resp. Lehmformen von grosser Dimension.

Die Formereimethode für kleineren, einfacheren Maschinenguss ist veranschaulicht durch die Fig. 98, 99 und 100, welche Lagerklötze, Lagerschalen und kleine Getriebe darstellen. Der Lagerklotz (Fig. 98) sowie das Getriebe (Fig. 100) kommen ganz in den Unterkasten, während sich die Lagerschale in dem Oberkasten befindet, da sie mit der convexen Seite nach oben gegossen wird.

Fig. 98.



Bei dem Getriebe (Fig. 100) bemerkt man die sowohl in den Ober- als in den Unterkasten reichenden Kernmarken, hier von quadratischem Querschnitte.

Ein solcher Kernkasten ist im Grundrisse (Fig. 101) wiedergegeben und hat natürlich genau die Länge der Kernmarke des Modelles.

Fig. 99.

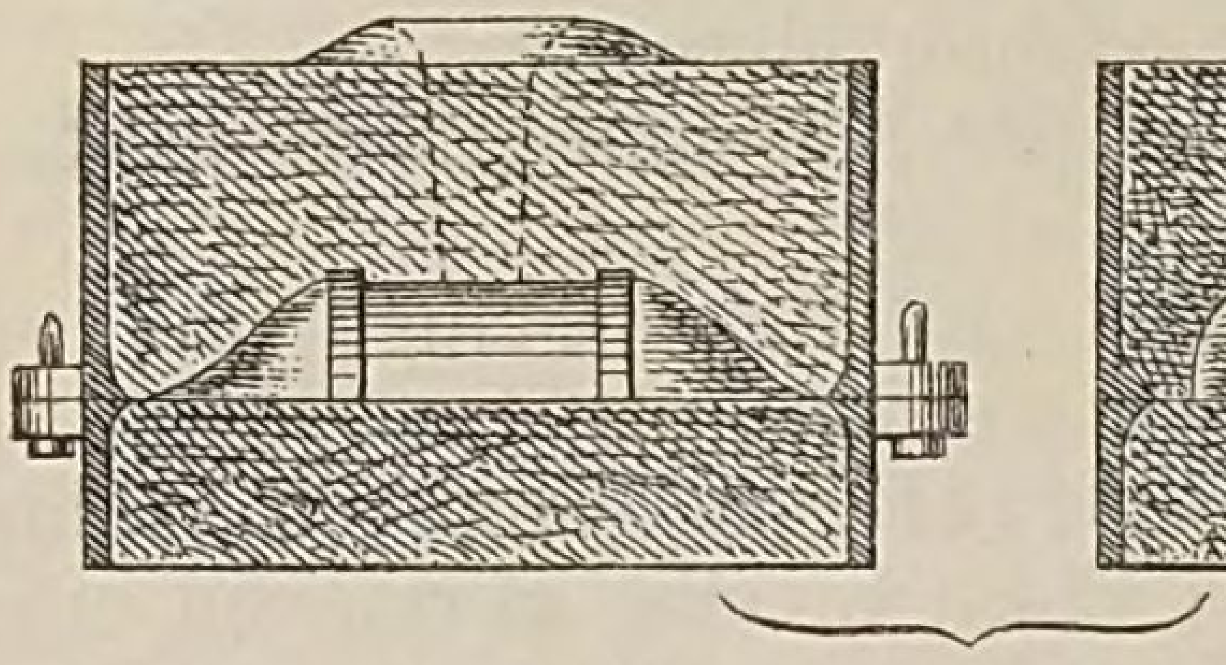
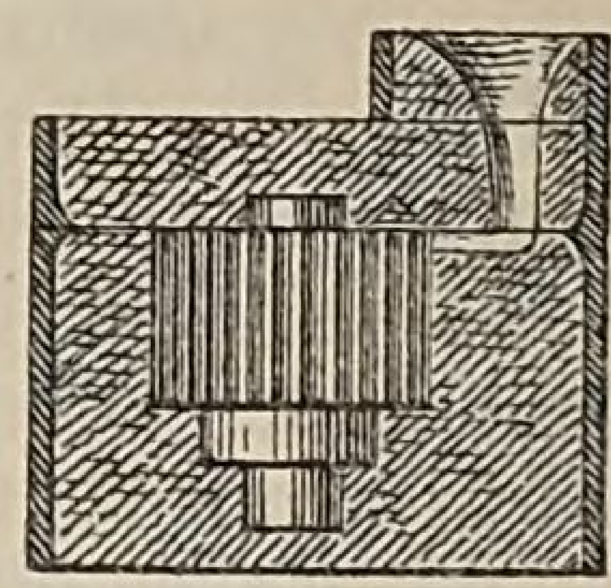
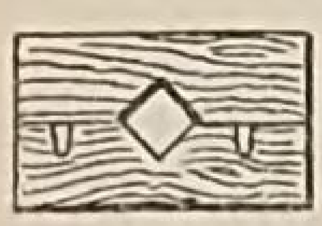


Fig. 100.



Die meisten dieser Dinge werden auf dem Modellbrette geformt, obwohl geschickte Arbeiter sie auch in den Sand des Unterkastens eintreiben und umstampfen können.

Fig. 101.

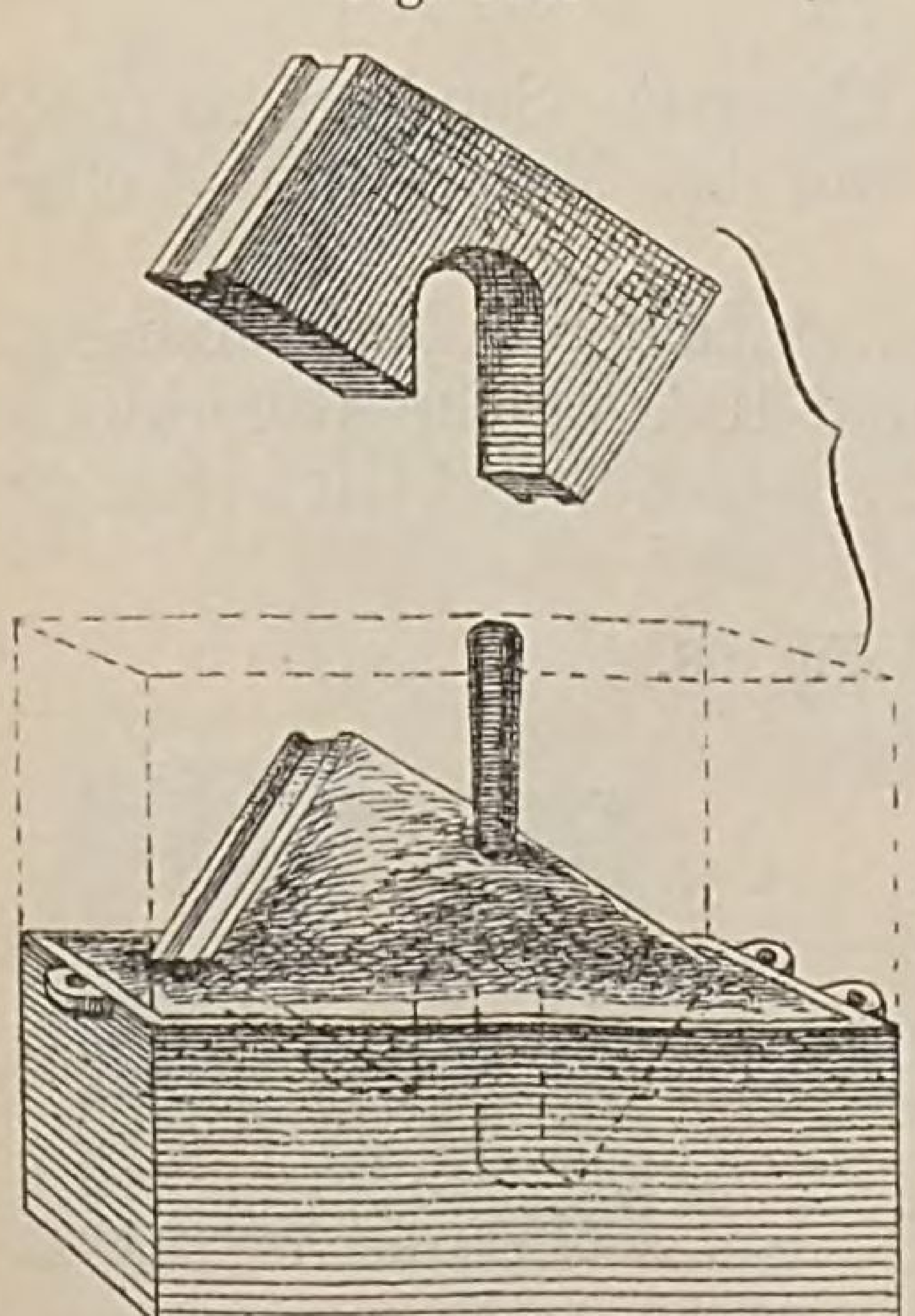


Sobald Profiländerungen nach derselben Achse am Modelle vorkommen oder sobald die Form des Gegenstandes Höhlungen zeigt, in welchen sich der Sand leicht festsetzen kann, greift man zu Theilungen des Modelles.

Das Mühllager mit Kreuzflügelzapfen auf der Rückseite, dessen Modell Fig. 76, S. 206 abgebildet ist, wird in der Art geformt, dass die Kreuzflügel in den Oberkasten, der Lagerkasten incl. Boden in den Unterkasten zu liegen kommen.

Das Lager (Fig. 75, S. 205) kommt in den Unterkasten zu liegen und die Sohlplatte desselben wird zuerst abgehoben, ehe man den Körper des Ständers herauszieht. Dabei bleiben die Kernmarken, welche sich im Oberkasten abformen, beim Abheben desselben sitzen, da sie nur lose auf dem Modelle verstiftet sind.

Fig. 102.



Aehnlich ist es mit dem Kreuzflügelzapfen Fig. 77, S. 206; derselbe wird meist in der gezeichneten Lage abgegossen, so dass also der grösserere Flügel waagerecht und im Unterkasten liegt. Der Zapfen selbst kommt zur Hälfte in den Ober-, zur Hälfte in den Unterkasten; der eine der kleineren abtrennbaren Flügel liegt im Unterkasten, der andere im Oberkasten. Beide werden nach der Trennung der Formhälften besonders herausgezogen.

Die Eingüsse, denn ein solches Stück braucht deren zwei, münden an der Langseite des waagerecht liegenden Flügels, der eine am äusseren Ende, der andere entgegengesetzt.

Eine Abweichung von der horizontalen oder, besser ausgedrückt, von der dem Modellumrisse gleichsinnigen Lage des Gegenstandes zeigt die Form eines Klinkenlagers (Fig. 102), dessen Innenflächen den Aussenflächen nicht parallel

laufen. Dadurch wird, um eine mehrtheilige oder eine Kernstückenformerei zu vermeiden, eine mehr diagonale Lage bedingt, um die Innenflächen des Lagers so zu stellen, dass sich das Modell bequem ausheben lässt. Das Modell darf aber in dem Oberkasten keine zu tiefe Höhlung mit scharfen Winkeln bilden, da sonst der Zusammenhang des Formmaterials im Oberkasten zu leicht gestört werden könnte. Man hüllt deshalb die ebenfalls vertikal gestellten Seitenflächen des Lagerklotzes in den Sand des Unterkastens ein und formt die frei bleibenden zwei Flächen in einen ziemlich hohen Oberkasten ab, so dass ein Zusammenfallen der Form nicht zu befürchten ist. In welcher Art der Eingusstrichter angebracht werden muss, zeigt die untere Ansicht durch das aufgestellte Modell des Eingusses, der übrigens nach Herausziehen des Eingussmodelles eine ziemlich starke Erweiterung erhalten muss, um den erforderlichen Druck beim Gusse zu geben.

Wenn man bei solchen Dingen, die wie dieses Lager eine Höhlung von grösserer Tiefe als Weite haben, das Verfahren des Modellbrettes nicht einschlagen kann oder will, muss man die Höhlung im Modelle mit locker gepresstem Sande füllen und dann erst das Modell in der rechten Stellung in den Sand des Unterkastens drücken. Unterlässt man diese Vorsicht, so füllt sich die Höhlung schlecht oder gar nicht an, indem die von den unteren Lagerflächen bei Seite geschobenen Sandmassen nicht mehr Substanz genug hergeben, um die Höhlung zu füllen. Die vorgängige Füllung darf nicht so fest sein, dass sie von der Wand festgehalten wird; die rechte Mitte zu treffen, lehrt die Erfahrung.

Ein wichtiger Theil des complicirteren Maschinengusses ist der Räderguss, der meistens in zweitheiligen Kasten, allerdings mit mannigfachen Kunstgriffen, ausgeführt wird.

Die hierher gehörenden Formen sind:

a) Räder mit glatter, gerader oder convexer Bahn, also Fahrräder, Riemenscheiben, Stellräder, Schwungräder;

b) Räder mit glatter oder concaver Bahn, also Seilrollen, Seilscheiben, Schnurräder u. s. w.;

c) Räder mit gezahnter Bahn, also Zahnräder aller Art, Stirnräder, Kammräder, Winkelräder.

Allgemeine Regeln für die Räderformerei kann man nicht aufstellen, doch gilt im Allgemeinen Folgendes als feststehend:

Die hierher gehörigen Stücke werden nahezu sämmtlich in horizontaler Lage gegossen, wobei das Armkreuz oder die dasselbe eventuell vertretende Scheibe in den Unterkasten, doch an die Grenze der beiden Kasten zu liegen kommt.

Ein kreuzförmiger, T-förmiger oder einfacher (rechteckiger oder runder) Querschnitt der Arme, dann die verschiedene Gestaltung der Nabe u. s. w. machen in jedem Einzelfalle besondere Veränderungen der Formmethode nothwendig.

Besondere Ausnahmen macht die Darstellung von Stirn-, Kamm- und Winkelrädern mit Höhlungen für hölzerne Zähne, Holzkämme.

Eine sinnreiche Kernkastenanordnung hat hier die zeitraubende Anfertigung und das Einsetzen von einzelnen Kernen verdrängt.

Einen weiteren Ausnahmefall machen die Räder mit concaver Peripherie. Sie bilden gewissermaassen den Uebergang zur Formerei im dreitheiligen Kasten und stellen eine einfache Anwendung von sogenannten Kernstücken oder Sandtheilen der Form dar.

Bei allen Rädern, mit Ausnahme der Schwungräder, ist die grösste Rücksicht auf die Darstellung der Peripherie, d. h. der Bahn und demnächst der Nabeninnenfläche zu nehmen, besonders, wenn eine Bearbeitung der bezüglichen Oberflächentheile stattfindet.

Geringe Massen bei grossen Oberflächen sind hierbei ebenso hinderlich als grössere Massen bei weniger hervortretender Oberfläche. Jene begünstigen die Bildung unganzer Stellen durch Schweissnähte u. s. w., diese wirken befördernd auf die Bildung von Nestern und Höhlungen, die, namentlich dicht unter der Gusshaut, recht unangenehm sein können.

Die Räder mit glatter Bahn lassen sich eintheilen in symmetrische und in unsymmetrische Räder. Die symmetrischen Räder sind solche, deren sämmtliche Theile (Kranz, Arme, Nabe) eine gemeinschaftliche Symmetrieebene haben, bei denen die Theilungsebene des einen Theiles auch die Theilungsebene eines anderen Theiles ist.

Schwungräder, Riemenscheiben, Stellräder, Seilrollen und Schnurscheiben gehören vorwiegend in diese Kategorie.

Alle übrigen Räderformen, namentlich die Fahrräder, bilden die andere Gruppe.

Das Einformen der symmetrischen Räder geschieht stets so, dass die Theilungsebene der Form mit der Symmetrieebene des Rades zusammenfällt. Um das Abheben des Oberkastens zu erleichtern, löst man alle (von der Theilungsebene aus) stark vorspringenden Theile im Modelle ab und lässt sie beim Abheben des Oberkastens in diesem stecken, um sie später besser herausziehen zu können.

Das geschieht meistens mit der Nabe und der oberen Kernmarke derselben, doch auch der Kranz muss getheilt werden, wenn er sehr breit und dünn, wie bei den Riemenscheiben, oder mit concaver Rinne versehen ist, wie bei den Seilrollen und Schnurscheiben. In Fig. 81 (S. 208) ist an dem rohen Riemenscheibenmodelle bereits eine solche Theilung angedeutet, ebenso an dem Modelle für Seilrollen Fig. 82. Bei so getheilten Modellen formt man gewöhnlich mit Hülfe des Modellbrettes, das man auch bei flachen symmetrischen Rädern benutzen kann.

Die Form eines gewöhnlichen leichteren Schwungrades, wie es für landwirthschaftliche Maschinen gebraucht wird (deren früher Taf. XV, Fig. 11 und 12 gegebene Darstellung als selbstverständlich hier weggelassen wurde), zeigt neben der einfachsten Räderform gleichzeitig die normale Disposition der alternirend zwischen je zwei Armen angebrachten Eingüsse für Rädergüsse aller Art; eine Disposition, die sich nur mit der Zahl der Arme ändert.

Bei rechtwinkeligem Querschnitte von dergleichen Schwungrädern legt man die ganze Bahn des Rades in den Unterkasten, um nicht auf der Mitte der Peripherie eine Gussnaht zu erhalten. Bei Schwungrädern

setzt man auf den Ring einen oder mehrere Steigetrichter, weil die Masse des Ringes bedeutend leicht geneigt ist, durch Saugen ein Nachtreten des Eisens zu verursachen. Auch liebt man es, den Ring stärker abzukühlen als die Arme, weil diese in der Regel schwächer sind und durch den Ring in eine gefährliche Spannung versetzt werden können.

Tritt bei Schwungrädern von einigem Gewichte diese Gefahr zu deutlich auf, so theilt man den Ring an einer Stelle und giebt eine ungerade Anzahl von Armen, wenn man nicht vorzieht, den Ring für sich und auch noch getheilt zu giessen und das Armkreuz oder den Speichenstern aus einem anderen Material herzustellen.

Bei solchen grossen Kasten, wie sie zur Räderformerei gebraucht werden, ist ein Verstreben des Oberkastens zum besseren Zusammenhalt des Formmateriales entschieden nothwendig. Das geschieht bei viereckigen Kasten durch Spreizen und Gehänge, bei runden durch Gehänge, besser noch durch Fächer, die der Kasten eingegossen erhält.

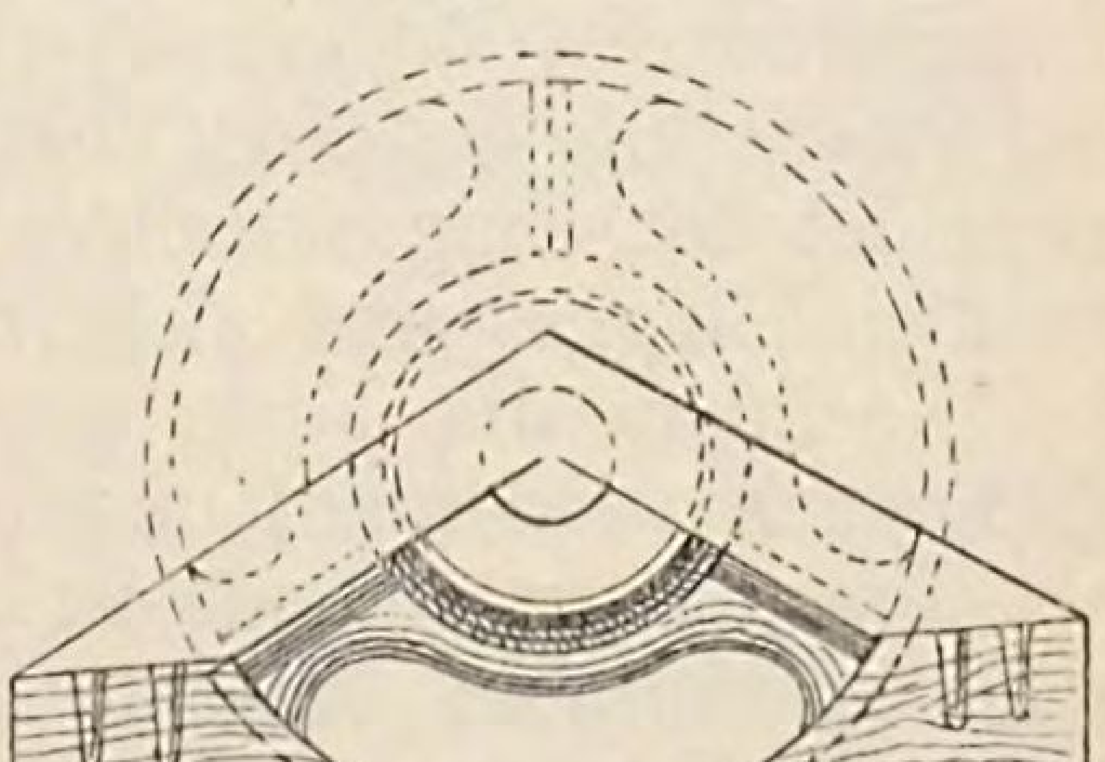
Für Riemenscheiben gilt betreffs der allgemeinen Anordnung der Form wesentlich das für die Schwungräder Gesagte.

Durch die eigenthümliche Form des Kranzes und durch die Theilung des Modelles treten für die gewöhnliche Formereimethode hier aber einige Besonderheiten auf, die erwähnt werden müssen.

Da die Bahn der Riemenscheiben mehr oder minder breit ist, so schneidet jede Hälfte des Modelles tief in die betreffende Kastenhälfte ein; deshalb bedurfte man zum Gusse von Riemenscheiben stets etwas hoher Kasten. Besonders hoch muss die Oberkastenhälfte sein, um dem Sande den nothwendigen Widerstand zu geben. Bei einer Riemenscheibe von einigem Durchmesser (600—1000 mm) ist es schon nothwendig, dem Sande des Oberkastens durch Gehänge noch mehr Widerstand zu verleihen, wie das besonders bei den Formen der verzahnten Räder der Fall ist. Besser ist es, wenn die Kasten Fächer haben, die nahe über der Trennungsfläche aufhören und deren Radien es gestatten, dass die Bahn der Riemenscheibe zur Hälfte im Oberkasten Platz finde.[1])

Kleine Riemenscheiben mit sehr breiter Bahn und starker Nabe formt man vielfach nicht mit ausgearbeitetem Modelle, sondern mit einem vollen Modelle und mit Sandkernen für die Intervalle der Arme.

Fig. 103.



Ein solcher Kernkasten ist Fig. 103 gezeichnet und giebt gleichzeitig die allgemeine Anordnung solcher Kernkasten für unsymmetrische Gegenstände. Drei solche Kerne füllen die Form des Rades aus und stossen dabei radial an einander, wobei man eine zu starke Naht zu vermeiden hat.

Stufenscheiben gehören unter die unsymmetrischen Räder und erfordern ganz besondere Kerne und bei hinreichender Stufenzahl auch dreitheilige Kasten.

Andere symmetrische Räder bedürfen wohl keiner besonderen Erläuterung durch Zeichnungen, da sie ganz in derselben Weise angefertigt

1) Durch die Einführung der Maschinenformerei, sowie durch den Ersatz gusseiserner Riemenscheiben durch schmiedeeiserne ist hier Vieles anders geworden.

werden, wie die Beispiele, welche im Vorstehenden angeführt sind. Durch verschiedene Zahl und Lage der Arme werden nur in der Disposition der Eingüsse einige unwesentliche Aenderungen veranlasst, die dem Ermessen des geschickten Arbeiters in jedem einzelnen Falle überlassen bleiben müssen.

Schnurscheiben und Seilrollen geben Beispiele von Kastenformerei mit Kernstücken und gehören eigentlich schon in das Gebiet der mehrtheiligen Formerei.

Die Oberfläche eines solchen Maschinentheiles zerfällt in drei besonders abzuformende Stücke, die Oberfläche, Unterfläche und die concave Peripherie.

Da das Modell nicht normal zur Hauptsymmetrieebene aus der Form gezogen werden kann, ohne die Sandfüllung der peripherischen Hohlkehle oder Rinne mitzunehmen, ist es nicht möglich, wie es bei symmetrischen Rädern sonst geschieht, den Radkranz ganz oder zur Hälfte in den Unterkasten zu legen, und man muss infolgedessen einen Kunstgriff anwenden, der darin besteht,

1) das Modell, wenigstens den Kranz zu theilen,

2) die Kehle des Rades durch eine besondere Sandschicht abzuformen, die zwischen den beiden Kastenhälften liegt und von der einmal der Oberkasten, das andere Mal der Unterkasten abgehoben werden kann, um die jederseitige Modellhälfte zu entfernen.

In Fig. 82 und 83 (S. 208) ist bereits die Theilung eines solchen Modelles angedeutet worden; Erstere zeigt eine Krahn- oder Flaschenzugrolle von massiver Construction und durchgeführter Theilung, während die zuletzt erwähnte eine Schnurrolle vorführt, bei der nur eine Kranzhälfte abgehoben wird, der Rest des Modelles aber im Ganzen bleibt.

Der Durchschnitt der Form ergiebt sich danach von selbst, und ist in Betreff der Manipulation nur noch zu bemerken, dass zunächst die obere Modellhälfte mit dem Eingusse (der nicht höher sein darf als der Kasten) auf das Modellbrett gelegt und überstampft wird. Darauf dreht man den Kasten um, putzt die Oberfläche ab und formt die Sandlage, nachdem die untere Modellhälfte darauf gesetzt worden ist; nach geschehener Isolation der Sandlage mit Streusand stampft man den Unterkasten, ebnet und hebt denselben wieder ab. Jetzt zieht man die Unterhälfte des Modelles heraus, setzt den Unterkasten wieder auf und dreht mit Hülfe des Modellbrettes und der Unterlage die ganze Form um, schneidet den Eingusstrichter, hebt den Oberkasten ab, macht den horizontalen Einguss und zieht die obere Modellhälfte ab.

Nachdem die Form geputzt und eingestaubt ist, setzt man den Oberkasten wieder auf und bereitet die Form zum Gusse fertig vor.

Diese Formmethode ist nur bis zu einer gewissen Grösse des Objectes ausführbar; darüber hinaus zieht man vor, den Kranz solcher Rollen zweitheilig zu machen oder mit Lehmkernstücken zu giessen.

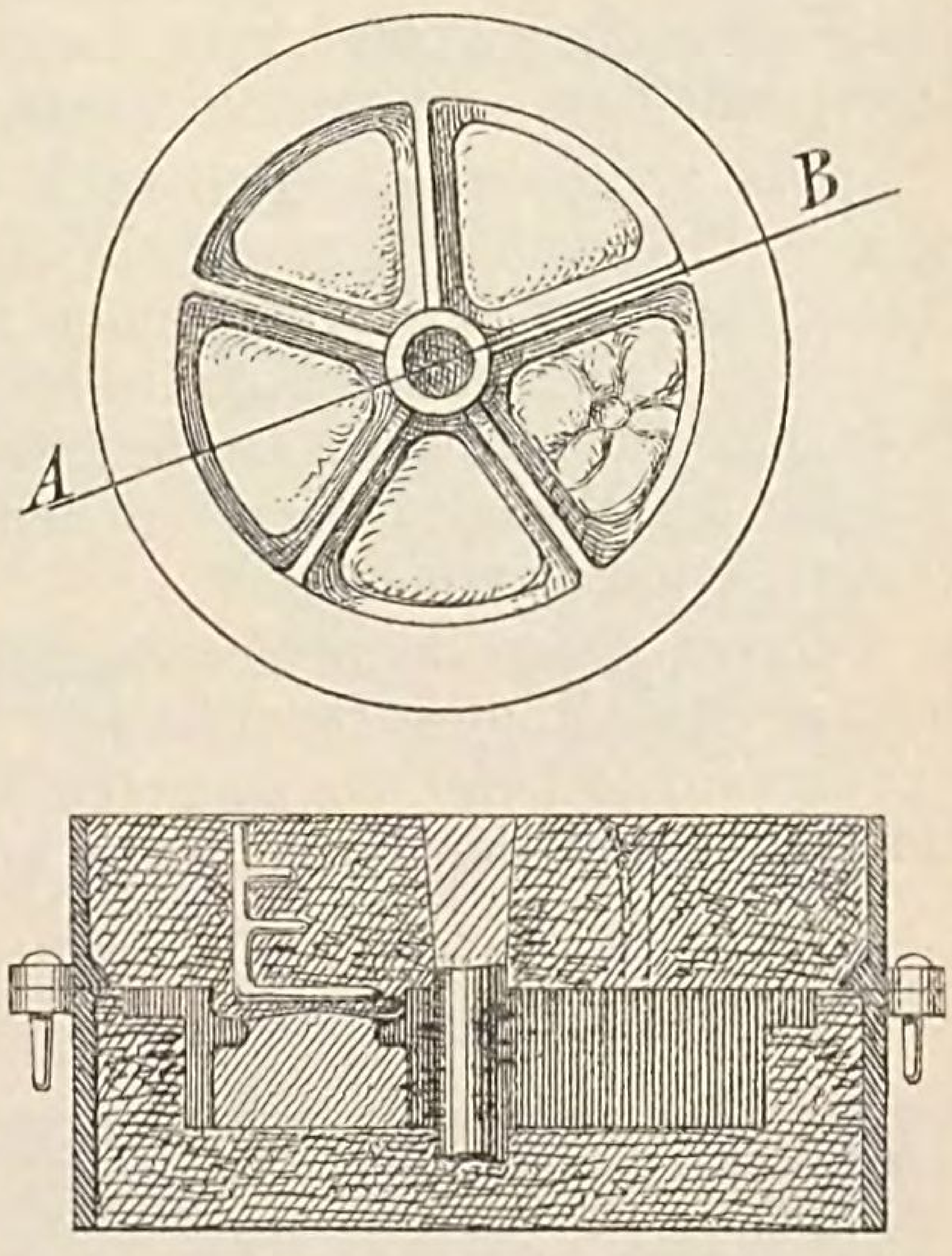
Es wird später eine sehr interessante Formmaschine für solche Gegenstände von E. Schiess-Düsseldorf beschrieben und abgebildet werden, bei welcher das Modellstück aus jeder Formhälfte herausgedreht wird.

Unter den unsymmetrischen Rädern sind die Fahrräder am einfachsten.

Es gehören hierher alle Grubenräder, alle Räder für Eisenbahnwagen, soweit sie nicht zum Gebiete des Umgusses oder des Hart- oder des Stahlformgusses gerechnet werden müssen, die alsdann, trotz ähnlicher Formereimethode, wegen der Materialfrage und Anderem eine Verweisung an andere Stelle bedingen. Diese Räder haben entweder Speichen und Arme oder sie sind mit Scheiben versehen, die Kranz und Nabe verbinden. In beiden Fällen finden sehr leicht Spannungen statt, welche bei der starken Inanspruchnahme solcher Dinge während des Gebrauches leicht zu Brüchen führen können und weswegen man besonders bei den Rädern für den Bahnbetrieb verschiedene Constructionen zur Abhülfe, ganz abgesehen von der Wahl anderen Materiales, vorgeschlagen hat, die später erörtert werden.

Zur Erläuterung der ursprünglichen, für Sandguss berechneten Formereipraxis genügt die Skizze Fig. 104, in welcher die Gestalt und die Gussform eines Förderwagenrades mit Armen, wie solche vielfach angewandt und überall gegossen worden sind, dargestellt.

Fig. 104.



Die obere Figur stellt die obere Ansicht des eingeformten Rades dar, die untere einen Durchschnitt durch die Form nach der Linie *A B*; links ist ein einfaches Gehänge gezeichnet, deren mehrere im Oberkasten anzubringen waren.

Auf dem Kerne ist die Kernluft locker mit Sand gefüllt, und ebenso ist der Einguss, der sich dreifach auf der Theilungsfläche ausgabelt, in der Oberansicht leicht erkennbar.

Das Rad liegt, wie die Abbildung zeigt, vollständig im Unterkasten, und ist das auch bei Scheibenrädern im Allgemeinen der Fall. Wenn die Bahn der Räder hart gegossen werden soll, so macht man einfach den Theil von der Unterhälfte der Form, der den Kranz umgiebt, aus Gusseisen und erhält dadurch eine dreitheilige Form, die aber nicht geometrisch, sondern technisch nothwendig ist.

Man benutzt dann aber auch gleich diese dreitheilige Anordnung, um die Gusslage des Rades umzukehren. Während in dem hier abgebildeten Förderwagenrade die Spur des Radkranzes oben liegt, legt man beim Gusse von Eisenbahnwagenrädern mit harter Lauffläche jene Spur nach unten, um den Guss an der bezeichneten Stelle möglichst dicht zu bekommen.

Unter den verzahnten nichtsymmetrischen Rädern treten vor Allem die Stirnräder auf. Dieselben können zwar, sobald Arme und Nabe symmetrisch zur Zahnhöhe des Kranzes gebildet sind, auch symmetrische Räder genannt werden, doch kommt diese Anordnung

nicht so häufig vor, und dann fällt auch das Rad ganz in den Unterkasten und die Masse des Oberkastens geht zwischen den Armen bis zu deren Theilungsebene herunter.

Die einfachsten Beispiele, anschliessend an das Getriebe Fig. 100, finden sich in nachstehenden Durchschnittsfiguren.

Fig. 105.

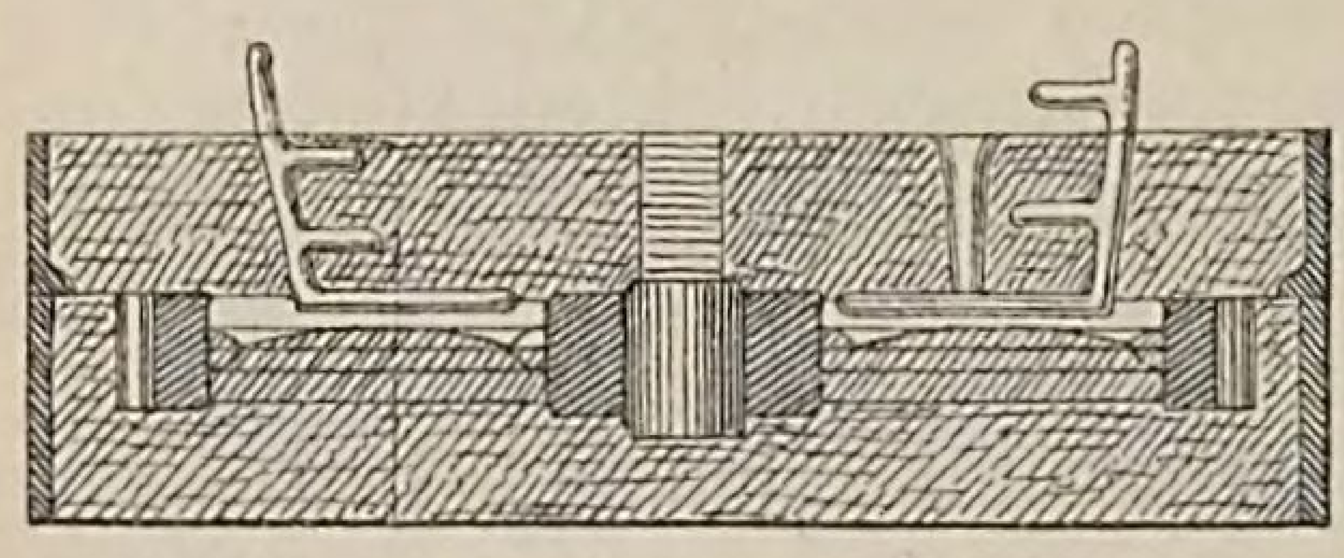


Fig. 105 stellt die Lage eines symmetrisch gebildeten Vorlegerades in der Form dar. Es sind Gehänge und Spreizen eingelegt, wie bei der Fahr- oder Spurkranzradform Fig. 104.

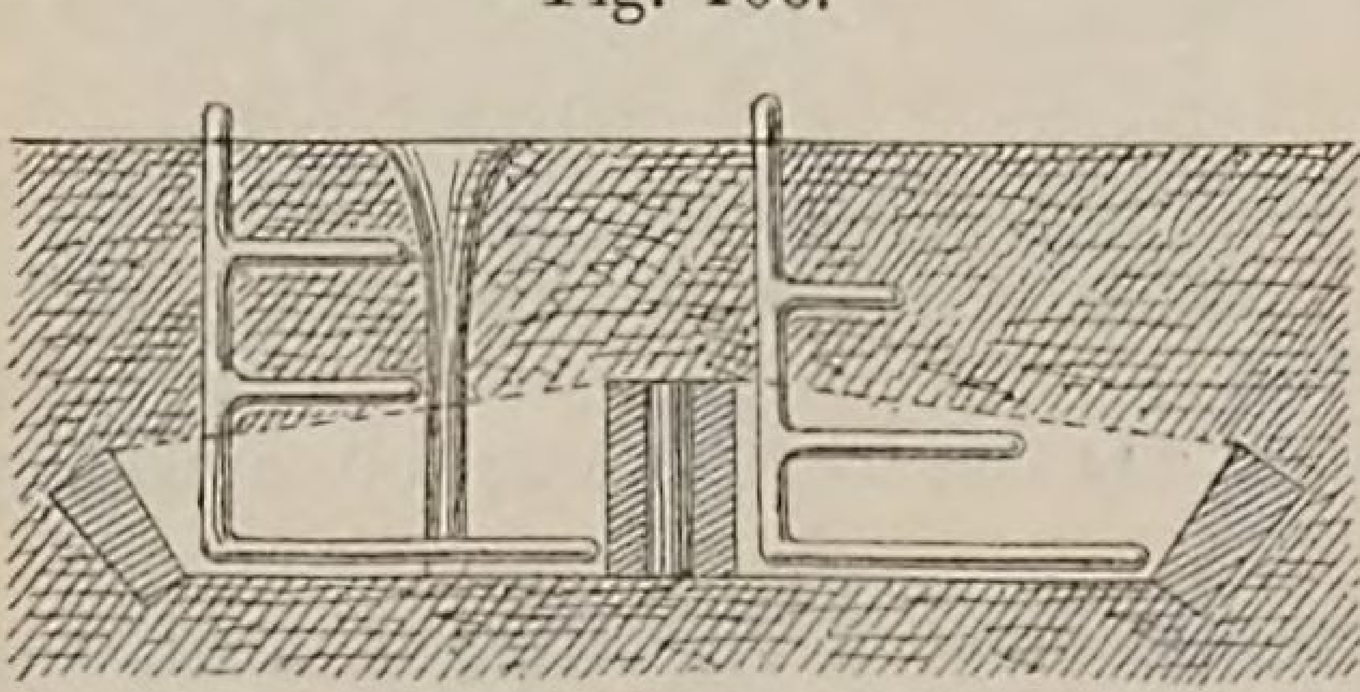
Ist ein durchaus unsymmetrisches Rad in Arbeit, so kommt es ganz in den Unterkasten zu liegen. Die Arme, von T-förmigem Querschnitte, liegen dann ebenfalls im Unterkasten und die Fläche des Oberkastens ist vollkommen eben herzustellen.

Bei dem Formen der verzahnten Räder, besonders der Stirnräder, kommt es darauf an, die Zähne sehr genau zu bilden und den Sand um dieselben so zu stampfen, dass beim Gusse kein Angriff desselben stattfindet und dass andererseits ebensowenig ein Kochen des Eisens eintritt.

Das kann nur der Fall sein, wenn die Consistenz des gestampften Sandes die rechte Mitte zwischen der Festigkeit einer Oberkastenfüllung und der Lockerheit einer Kernmasse hält. Ein anderer Grund noch veranlasst, diesen Mittelwerth der Consistenz mehr nach der einen Seite hin zu verlegen, da festgestampfte Zahnintervalle beim Herausnehmen des Modelles leicht an demselben sitzen bleiben und sich vom übrigen Sande abreissen.

Durch diese beim Feststampfen gesteigerte Adhäsion des Sandes an das Modell (die Innenflächen der Zähne) ergiebt sich die Nothwendigkeit, lockerer zu stampfen und, namentlich bei grossen Zähnen, die Haltbarkeit der Form durch andere Mittel zu sichern.

Fig. 106.



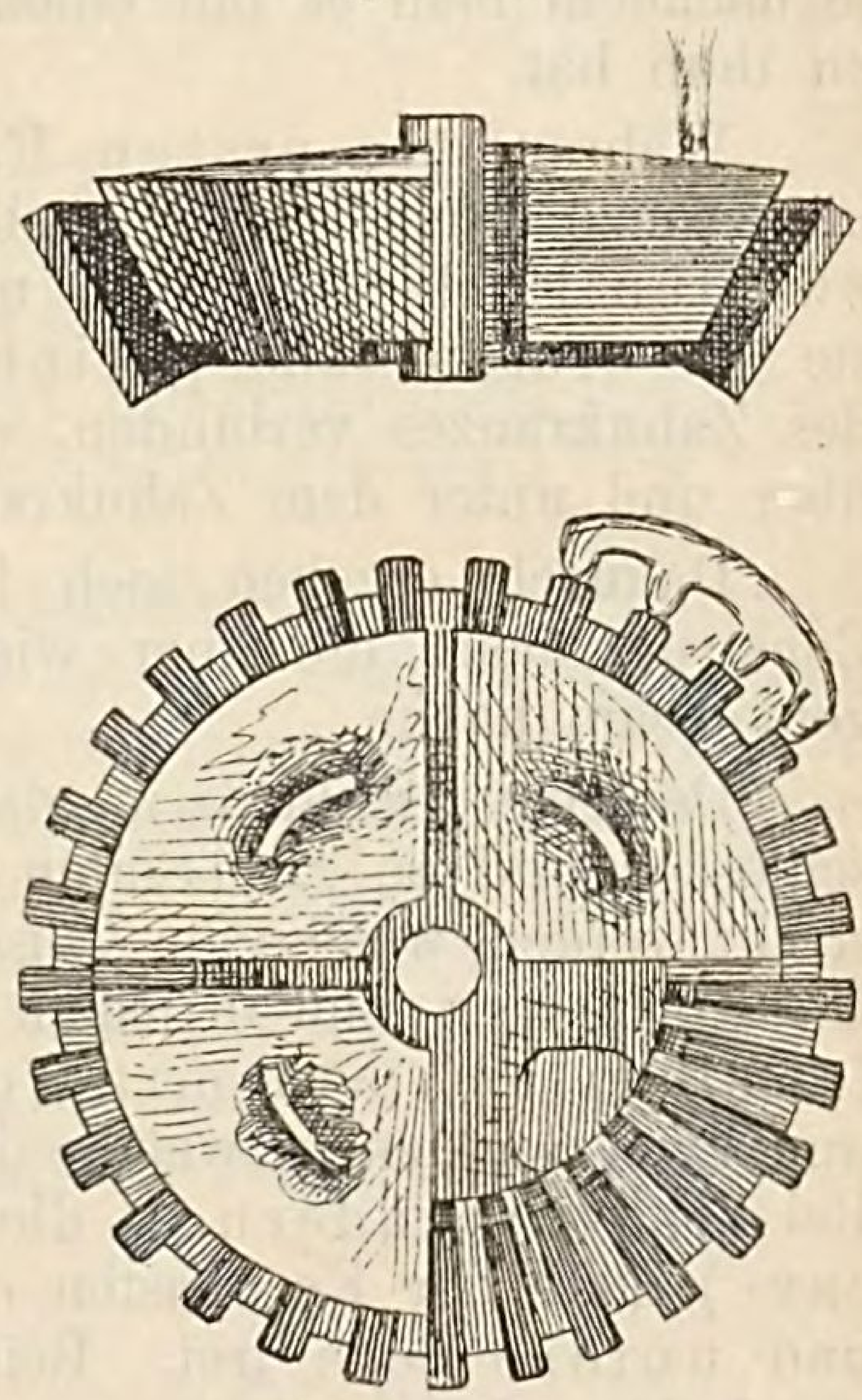
Diese sind vorzugsweise das Festnageln und Anstecken der Zahnintervalle mit Drahtstiften und Schaken; gewöhnlich steckt man einen oder mehrere grosse Drahthaken der Länge nach in das Zahnintervall, so dass der zurückgebogene Hakenkopf sich in den Sand, der ausserhalb des Intervalles steht, auflegt und womöglich dort noch einsticht. Ausserdem aber benagelt man die Formoberfläche grosser Zähne noch mit einer Unzahl von Drahtstiften, deren Köpfe sich an den Guss allerdings festlegen, die aber beim Putzen leicht losgetrennt werden können.

Unsymmetrischer als die Stirnräder sind die Winkelräder, aber in Bezug auf die Zähne selbst leichter zu formen, da das Modell sich mit weniger Schwierigkeiten abheben lässt und nur die Armintervalle einige Schwierigkeiten machen.

Die Anordnung eines gewöhnlichen Winkelrades von relativ geringer Zahngrösse stellt Fig. 106 dar; man sieht daraus, dass, wie bei Riemenscheiben und einigen anderen Maschinentheilen, der Oberkasten ziemlich hoch genommen werden muss, um die in den Unterkasten herabhängenden Theile der Form besser zur Adhäsion zu bringen. Es sind deshalb auch Gehänge oder Spreizen einzulegen, wenn man nicht vorzieht, besondere Kerne in der Form herzustellen und einzulegen.

Dieses letztere Verfahren wird durch die Skizzen Fig. 107 veranschaulicht, von denen die obere einen Durchschnitt durch die Form mit einem hinweggenommenen Kernstücke, die untere dagegen die obere Ansicht des mit Kernen besetzten offenen Unterkastens darstellt.

Fig. 107.



Diese Methode wird auch vielfach in der Art abgeändert, dass man die Intervalle von Armen und Kranz in besonderen Kernkästen herstellt und einstampft, trocknet, schwärzt und später in die Form setzt.

Die Benutzung des Modells selbst und das Einstampfen der Kerne in der Form erfordert ausser einem geschickten Arbeiter auch eine passende, nicht zu fette Kernmasse, da eine solche allein es möglich macht, die Kerne während der Zeit des Modellaushebens, Putzens und Einstäubens der Form vollkommen gussfertig herzustellen. Hat man sogenannten Kernsand verfügbar, wie ihn die Röhrenformer vielfach brauchen, dann ist es praktisch, denselben zu nehmen.

Die Kammräder, d. h. Winkelräder mit einer = 0 gewordenen Kegelhöhe oder einer unendlich vergrösserten Kegelbasis werden beim Einformen ebenso behandelt wie die Winkelräder und stets, mit den Zahnoberflächen nach unten gewendet, gegossen.

Die Anordnung der Arme erfordert fast immer einen hohen Oberkasten oder eine tiefe Lage des Radmodelles im Unterkasten.

Eine eigenthümliche Formereimethode verlangen die Zahnräder mit Lücken zum Einsetzen hölzerner Zähne. Es erscheint kaum denkbar, die Modelle mit diesen Lücken oder Oeffnungen zu versehen und die Ausfüllungen derselben in gewöhnlichem Formsande zu bilden. Man muss zum Anbringen von Kernen greifen, wie es bereits S. 244 bei der Behandlung des bedeckten Herdgusses in einem ähnlichen Falle angedeutet und in Fig. 94a u. b auch dargestellt worden ist. Die Einlage einzelner Kerne für jede Zahnlücke ist indessen sehr zeitraubend und auch nicht immer hinreichend genau; viele der richtig eingesetzten Zähne, die vielleicht um eine Kleinigkeit zu hoch sind, werden leicht beim Aufsetzen des Oberkastens zerdrückt, andere sind zu klein und werden dann trotz des Annagelns vom Eisen verschoben und schief gelegt.

Man hat deshalb frühzeitig daran gedacht, eine praktischere und gleichzeitig raschere Methode zur Darstellung der Holzkammräder einzuführen und mehrere Kerne, zu einem einzigen vereinigt, gleichzeitig herzustellen. Die Schwierigkeit, einen genauen Kernkasten hierzu zu machen, wird um so leichter überwunden, als sie der Modelltischlerei, also einer mit allerlei Hülfsmitteln ausgerüsteten Werkstätte, zufällt, die eher als die Giesshütte im Stande ist, eine sehr exacte Arbeit auszuführen.

Die Verbindung der Einzelkerne unter einander ist verschieden, je nachdem man es mit einem Stirnrad oder mit einem Kammrad zu thun hat.

Während im ersten Falle die Kerne, d. h. die die Zahnlücke im Kranze darstellenden Theile des Kernes radial liegen, liegen sie im zweiten Falle mehr oder minder parallel der Räderachse; man muss sie im ersten Falle peripherisch sowohl innerhalb als ausserhalb des Zahnkranzes verbinden, während im zweiten Falle die Verbindung über und unter dem Zahnkranze stattfinden muss.

Dadurch ergeben sich für die Kernkasten ganz verschiedene Constructionen, die aber wieder den Grundsatz des Zusammenbaues gemeinsam haben.

Derselbe besteht darin, dass in einem Rahmen — an vier Seiten geschlossen und an zwei Seiten offen — Querstücke von Holz eingesteckt werden, welche die Zwischenräume der Zahnlückenkerne darstellen. Die Kernkasten sind in jedem der beiden vorliegenden Fälle, Stirnradformerei und Kammradformerei, an verschiedenen Seiten offen, und zwar an denen, welche dem Verbande der Einzelkerne entsprechen. Bei den Stirnrädern ist die äussere (convexe) und innere (concave) Seite der Kernkasten offen, bei den Kammrädern ist die obere und untere Seite frei. Beim Vollstampfen wird, da in jedem Falle die beiden freien Seiten parallel sind und sich einander gegenüberliegen, gegen die eine derselben ein loser Boden angelegt und durch Schraubzwingen festgehalten, um dem Stampfen des Sandes Widerstand zu leisten. Die Kernkasten sind zerlegbar, um die Kerne herausnehmen zu können; zunächst zieht man die Querstücke hervor, dann nimmt man die eine der grösseren Seiten des Rahmens ab und lässt den Kern aus dem Kasten herausgleiten.

Trotz aller Vorsicht würden die Kerne doch nicht hinreichend haltbar sein, um das Handhaben zu gestatten, und man muss deshalb Kernhalter von Gusseisen machen, die sich nach dem Gusse des Rades leicht zertrümmern und entfernen lassen.

Diese Kerneisen liegen bei dem Stirnrädergusse waagerecht in der Form, beim Kammrädergusse senkrecht. In jenem Falle liegen alle Stäbchen, welche das Gitterwerk des Kerneisens bilden, in einer Ebene; in diesem Falle bildet das Gitterwerk eine aufrechtstehende cylindrische Fläche.

Das Gesagte wird erläutert durch die Fig. 108—111, wovon Fig. 108 den Durchschnitt und die Ansicht des Kernkastens für Stirnräderguss, Fig. 109 Durchschnitt und Ansicht des Kernkastens für Kammräderguss darstellen. Die Kerneisen sind angedeutet und

treten bei Fig. 108 in voller Darstellung auf, während sie bei Fig. 109 nur im Querschnitte ihrer Stäbchen erscheinen.

Fig. 108.

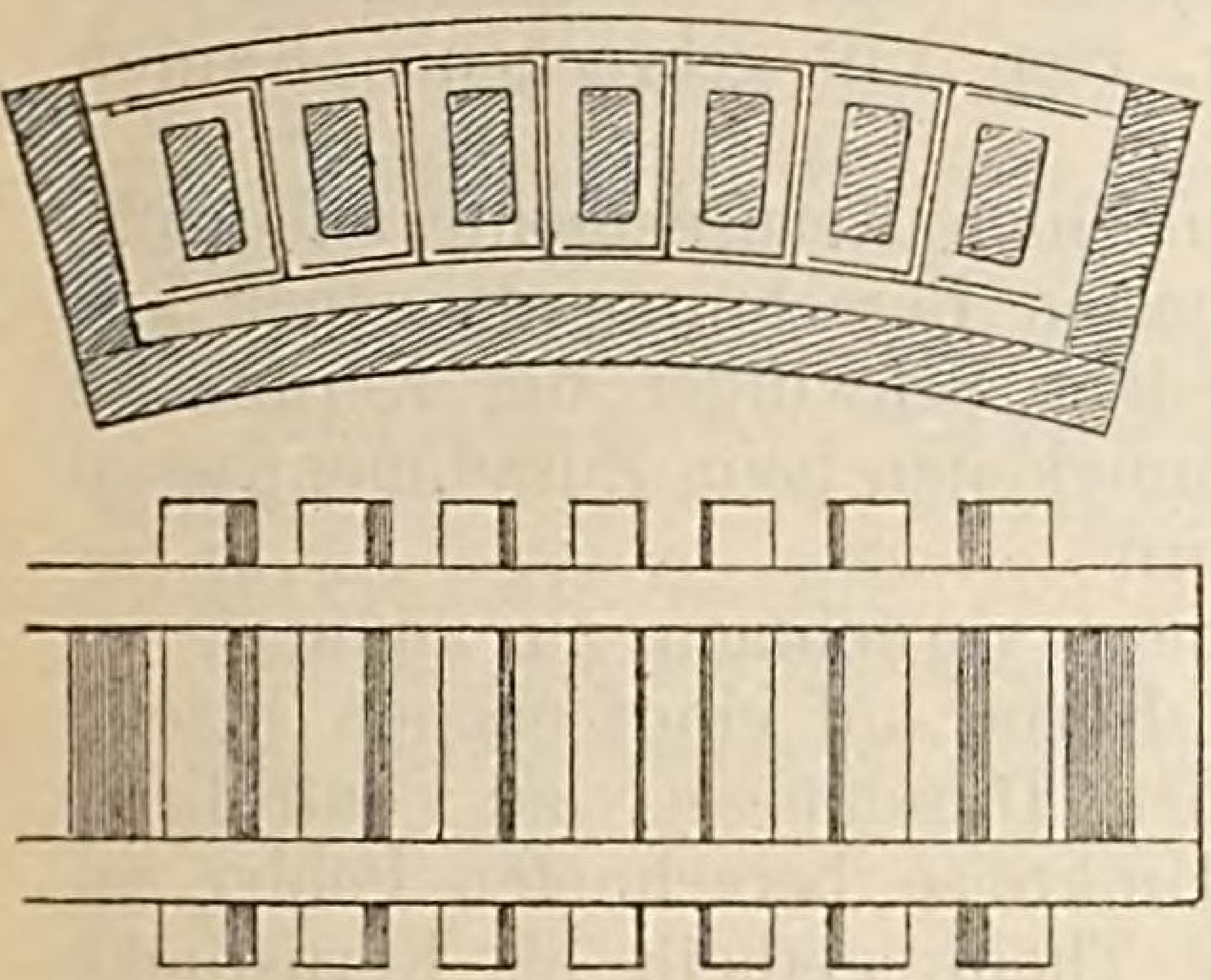
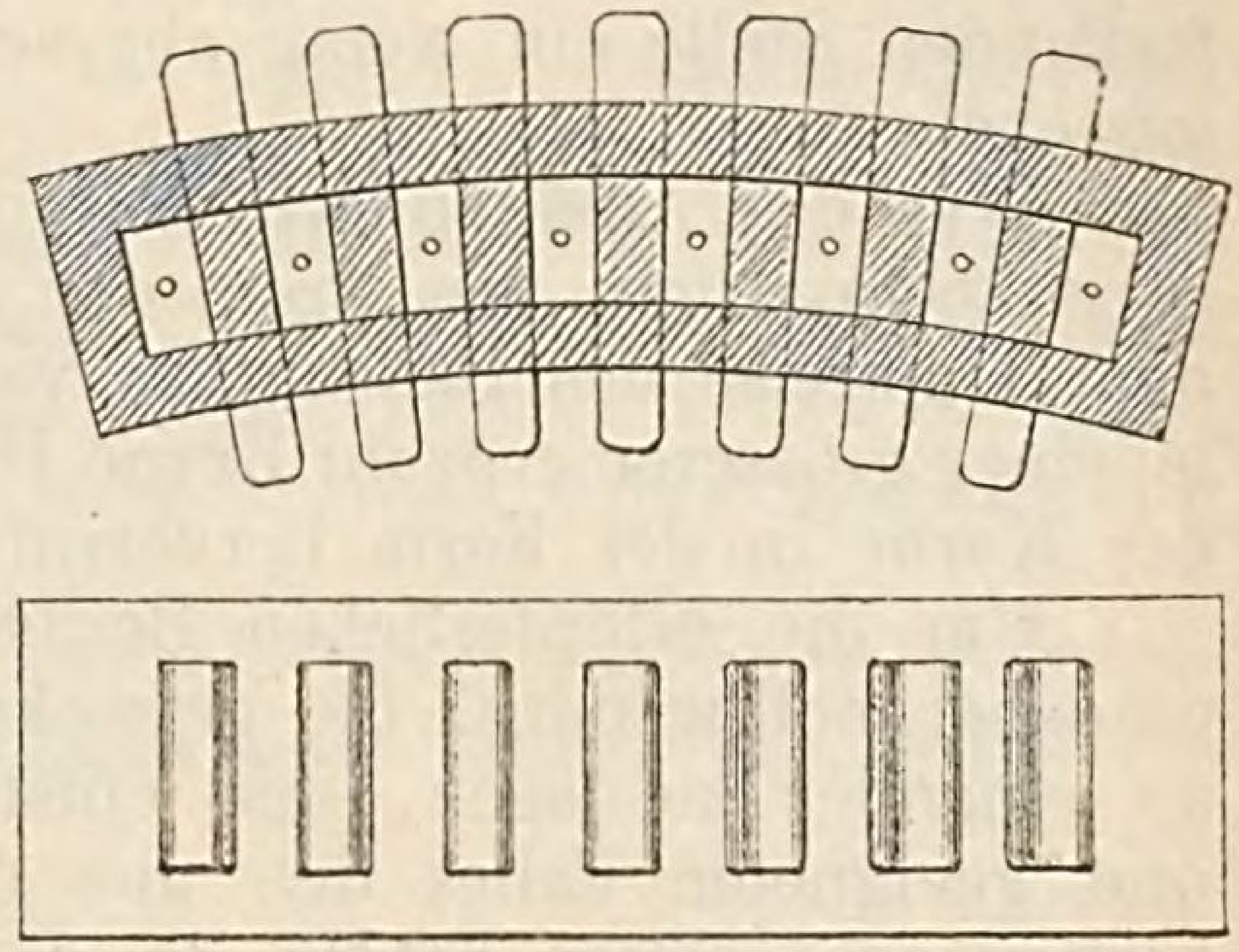


Fig. 109.



Das Formereiverfahren selber ist ziemlich einfach; wenn man die Querschnitte Fig. 110 und 111 betrachtet, so bemerkt man, dass die Kernmarken bei den Stirnrädern auf den peripherischen Seiten, der convexen sowohl als der concaven, sich befinden, bei den Kammrädern dagegen auf der Ober- und Unterseite des Modells angebracht sind. Die Theile der Kerne, welche in diese Marken fallen und auf den Skizzen Fig. 110 und 111 mit *aa* bezeichnet wurden, sind die alle einzelnen Zwischenkerne verbindenden Stücke derselben, welche nach Früherem bei beiden Rädersorten grundsätzlich verschieden liegen müssen.

Fig. 110.

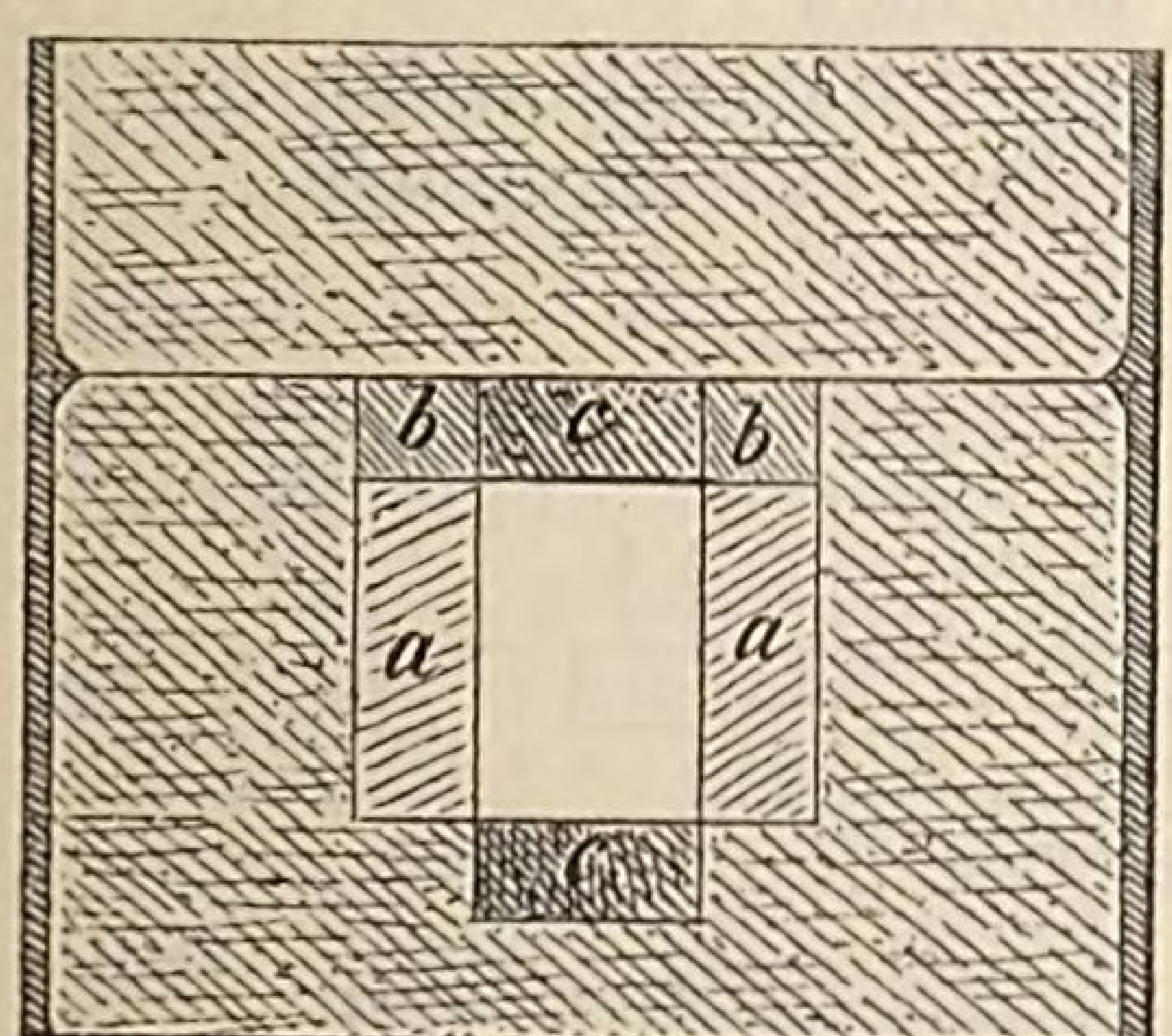
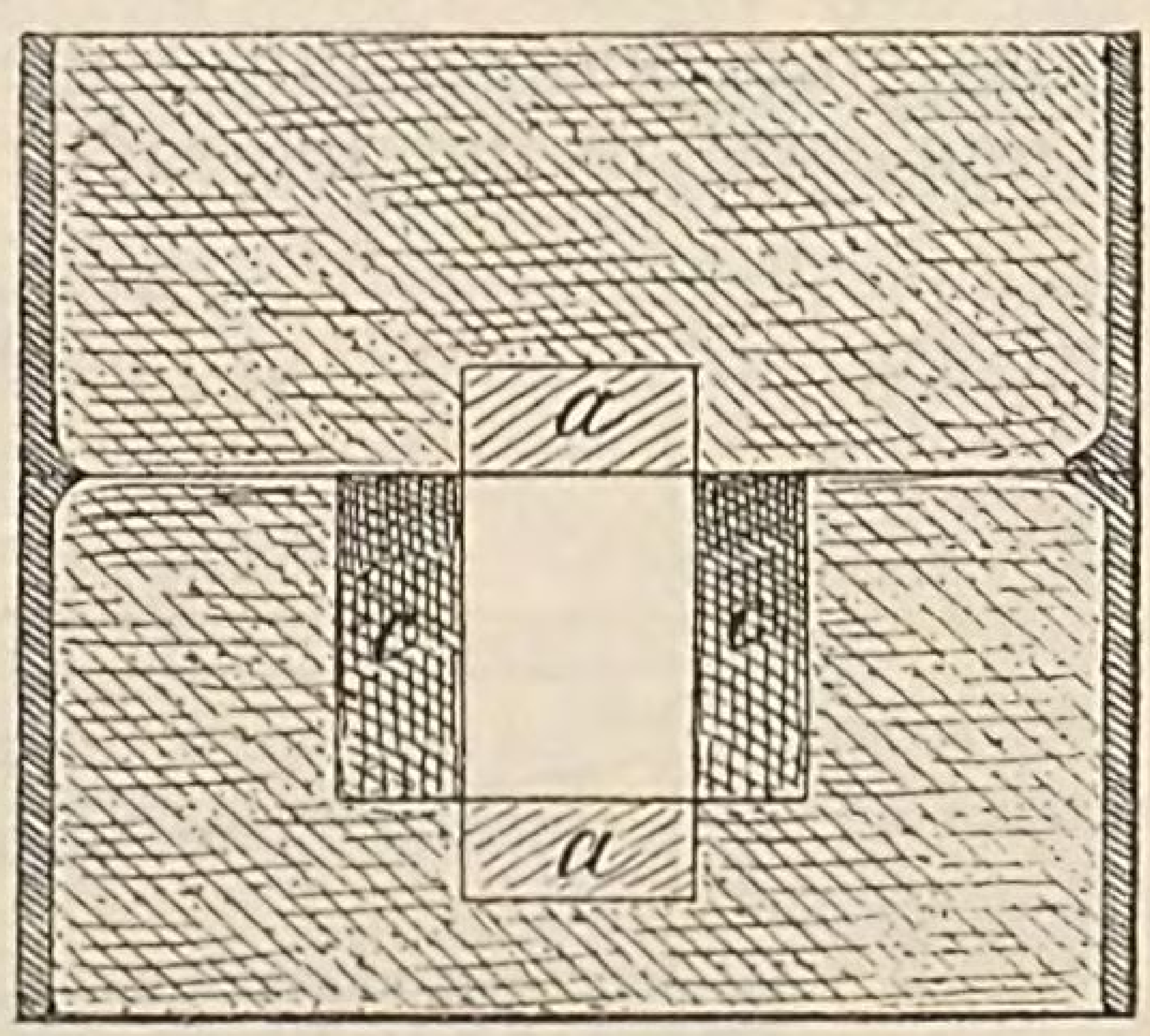


Fig. 111.



Bei dem Formen der Stirnräder nach dieser Methode bleiben entweder das ganze Rad oder der grösste, bis an die obere Fläche des Kernes reichende Theil desselben in dem Unterkasten. Im ersteren Falle werden die Kernmarken bis zur oberen Fläche des Rades fortgesetzt, und es werden dann, indem man die Zwischenräume der bereits eingesetzten Kerne mit einer dem später mit Eisen erfüllten Querschnitte *c* entsprechenden Dämmleiste verdeckt, die Formtheile *b*, *b* vollgedämmt.

17*

Im anderen Falle kommt der Querschnitt *c* der Form in den Oberkasten zu liegen.

Dasselbe findet für die obere Kernmarke bei dem Formen der Kammräder statt, und um ein möglichst scharfes Anpassen der Kernmarke und des Kernes zu ermöglichen, wird letzterer an der betreffenden Stelle ein wenig abgeschrägt, resp. mit gebrochenen Kanten versehen.

Was das Aneinanderpassen der einzelnen Kernsegmente anbetrifft, so ist begreiflich, dass, trotz der genauesten Berechnung derselben aus dem Umkreise des Rades, das verschiedene Schwinden der Kernmasse in einer grösseren Anzahl Kerne Unstimmigkeiten beim Zusammenpassen der Kerne in der Form hervorrufen wird.

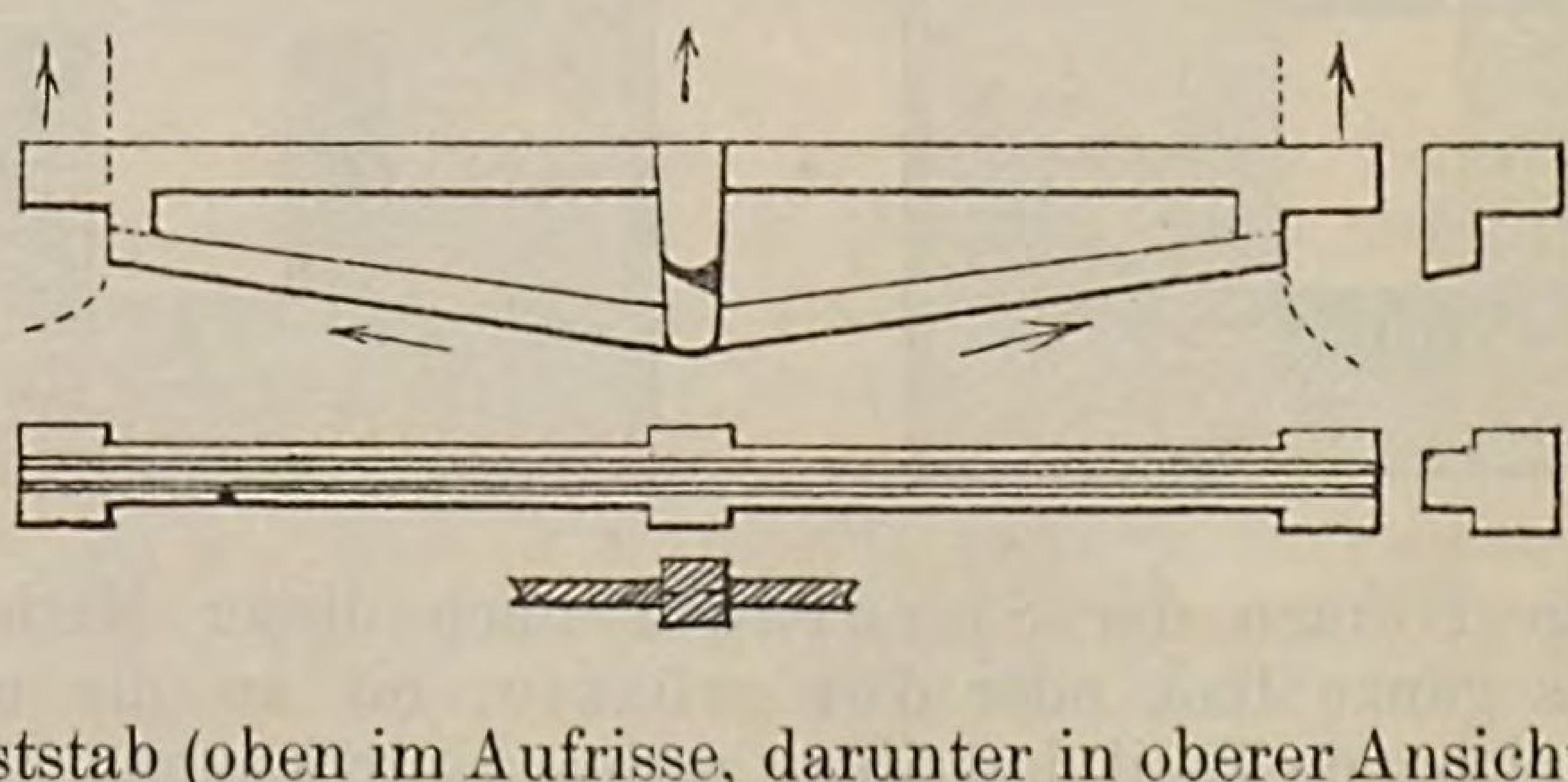
Um die erforderlichen Berichtigungen vornehmen zu können, ist es daher nothwendig, die getrockneten Kerne auf einer ebenen Fläche an einander zu legen, den entstehenden Durchmesser zu controliren und geeigneten Falles den aus dem Umkreise berechneten Fehler zu bestimmen; dieser Fehler, in so viele Theile getheilt als Kernstücke vorhanden sind, macht, bei sonst genauer Arbeit, ein nur geringes Verschieben oder Abreiben der Kernpassflächen nothwendig, welche man zudem gern in ein Zahnintervall hineinlegen kann, also in das Gusseisen, nicht in den Holzzahn des zukünftigen Rades.

Sonstige Beispiele für die zweitheilige Kastenformerei in Sand geben einfache Töpfe, deren Oeffnungen gleichzeitig mit ihrer grössten Weite zusammenfallen; Gitter und Gitterstäbe aller Art; Röhren, gerade und gekrümmte; kleine Dampf- und Pumpencylinder u. s. w.

Da aber diese Gegenstände genau ebenso behandelt werden, wie ähnliche oder gleiche Formen bei der verwickelteren Sand- und bei der Masseformerei, so soll diese Abtheilung nur mit zwei Beispielen geschlossen werden, welche den Uebergang zur dreitheiligen Formerei bilden und sich an die S. 254 beschriebenen Rollen in ihrer Behandlung beim Formen und Giessen anreihen.

Das eine Beispiel bildet ein sogenannter Skelet-Roststab mit Aschnuth und wird in der folgenden Gruppe Fig. 112 dargestellt.

Fig. 112.



Der Roststab (oben im Aufrisse, darunter in oberer Ansicht dargestellt) ist in der Art getheilt, dass die untersten Rippen des Fischbauches sich abnehmen lassen; sie sind in das mittlere und die äusseren Anlegestücke mit Eisenplättchen oder Blechstückchen eingelassen, wie dies unter dem Grundrisse für das mittlere Anlegestück noch besonders gezeichnet ist.

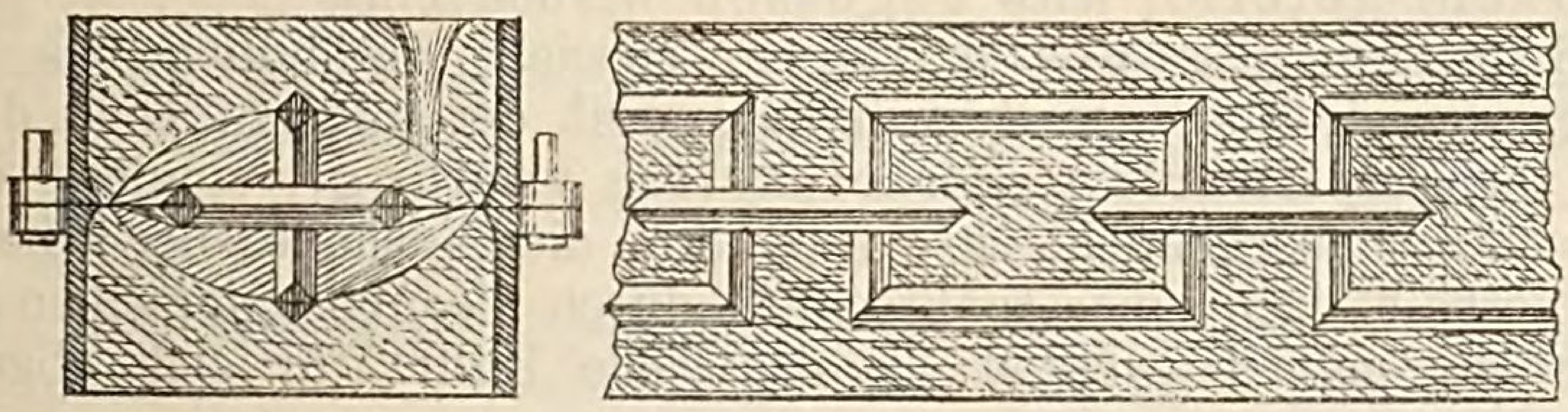
Man formt den Roststab in gewöhnlicher Weise ein und schneidet dann, den punktirten Linien in der oberen Figur entsprechend, den Sand von beiden Enden des Roststabes los, nachdem das Modell gelockert ist. Dann zieht man zuerst den Haupttheil des Roststabes aus und später erst die unteren Rippen des Skelets in den durch die Pfeile angedeuteten Richtungen.

Um die Köpfe der Roststabform zu ergänzen, bedient man sich eines Dämmstückes Fig. 112 (rechts im Auf- und Grundrisse besonders gezeichnet), das genau in den Anfang des Stabes passt und gegen die durch den Fischbauch hindurchgehende Formmasse sich anlegen lässt.

Ein noch interessanteres Beispiel ist das Giessen einer Kette aus rechtwinkligen Gliedern zur Verzierung von Plätzen und Vorgärten.

In der beigedruckten Fig. 113 ist rechts der vertikale Längsdurchschnitt durch die Form, links der vertikale Querdurchschnitt dargestellt.

Fig. 113.



Auf einem eingeschnittenen Modellbrette wird zunächst eine Anzahl Kettenglieder von Gusseisen, die, einzeln gegossen, nun verbunden werden sollen, in solcher Entfernung in die dazu vorhandenen Spuren gelegt, dass die Modellhälften der verbindenden Glieder die ersteren nicht berühren.

Dann stellt man die Modellhälften selbst auf und formt zuerst über beide und um beide weg eine ablösbare Sandlage, welche den Rücken der Modellhälfte frei lässt, stäubt mit Isolirsand und setzt den Unterkasten verkehrt auf, füllt mit Sand aus und dreht mit Unterlage und Modellbrett das Ganze um. Das Modellbrett wird abgehoben und auf die Enden der Modellhälften werden die entsprechenden zweiten Hälften aufgesteckt; dann wird die Sandlage, deren horizontale Unterfläche man vor sich hat, ergänzt bis zum Rücken der zweiten Modellhälfte und die neu entstandene Absonderungsfläche überstäubt, nachdem man den Einguss bestimmt und das Eingussmodell aufgesteckt hat. Man setzt den Oberkasten auf und füllt ihn mit Sand, ebnet, bildet den Trichter des Eingusses, zieht dessen Modell heraus und hebt den Oberkasten ab; man schneidet ferner die horizontalen Eingusskanäle auf der Sandlagenoberfläche ein und zieht die zweite Modellhälfte jeden Kettengliedes heraus, nachdem man den Streusand abgepinselt. Wenn der Oberkasten wieder aufgesetzt ist, dreht man abermals das Ganze herum, hebt den Unterkasten ab und entfernt in gleicher Weise die erste Modellhälfte jeden Kettengliedes. Nachdem man die Form von dieser Seite eingestäubt und innen geschlossen hat, wendet man das Ganze nochmals um und stellt es gussbereit auf.

Man kann ein Umwenden ersparen, wenn man den Einguss so kurz nimmt, dass man den Oberkasten mit Eingussmodell umgewendet aufstellen kann, in der Art, wie es bei dem Formen der Seilrolle angegeben wurde. Indessen empfiehlt sich im vorliegenden Falle das öftere Umwenden deshalb, weil man sicherer ist, dass dabei losgelöste Sandpartikelchen aus dem Mitteltheile der Form herausfallen und entfernt werden können.

b) Mehrtheilige Kastenformerei.

Nachdem in dem Vorhergehenden Beispiele einer bereits mehrtheiligen Form, sowie eines mehrtheiligen Modelles abgehandelt worden sind, das aber im zweitheiligen Kasten noch geformt werden konnte, sind Gestalten zu erwähnen, deren Beschaffenheit eine Mehrtheilung auch des Kastens erforderlich macht.

Man kann hierbei unterscheiden:

Dreitheilung des Kastens, speciell gewöhnlich des Oberkastens, weil der Gegenstand eine grössere Länge oder Höhe hat und doch senkrecht geformt und gegossen werden muss.

Mehrtheilung des Kastens, speciell gewöhnlich des Mittelkastens der dreitheiligen Anordnung, weil der mittlere Theil des Objectes nicht cylindrich oder einseitig verjüngt, sondern convex oder concav ausgebaucht ist. Die Form dieses Theiles der Oberfläche muss deshalb nach einer senkrechten, durch die Achse derselben gehenden Ebene getheilt werden, so dass jede Hälfte für sich abgehoben werden kann.

Es kommen hierbei zwei Theilungen des Mittelkastens vor:

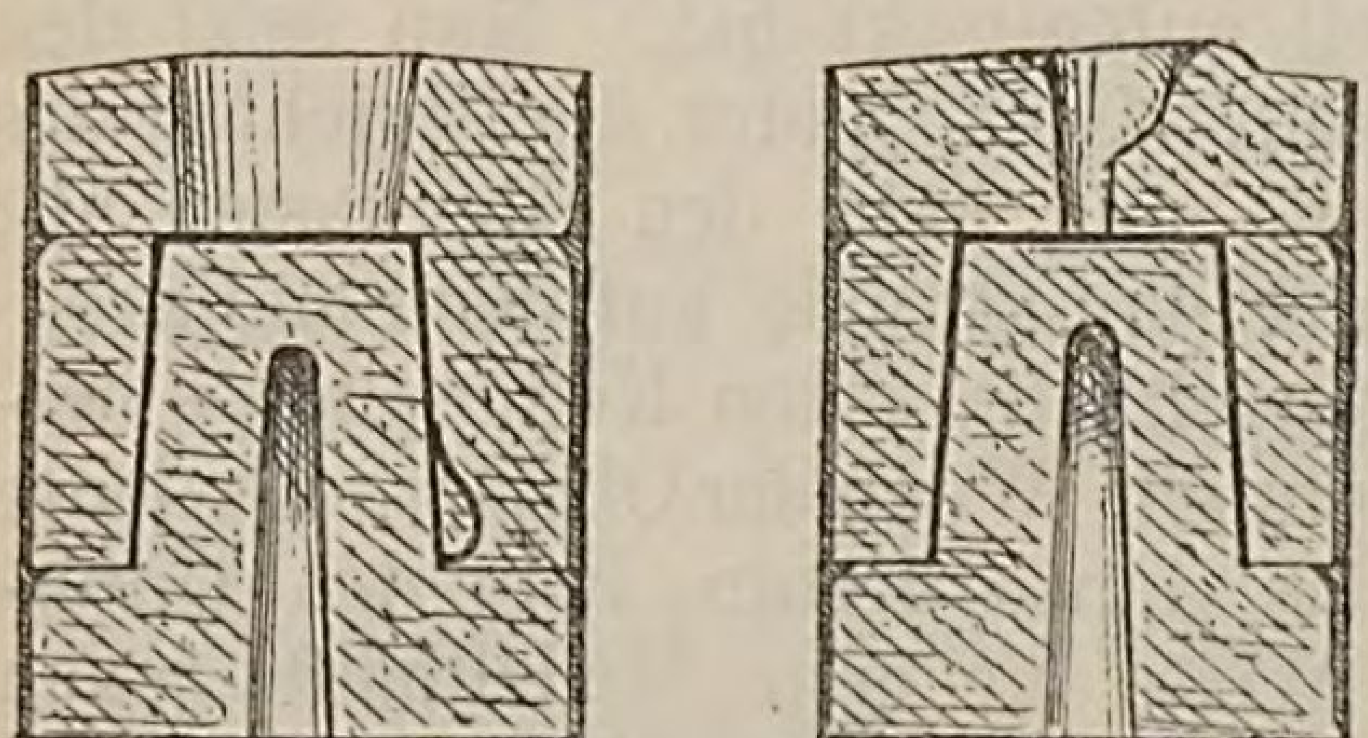
einmal parallel einem der beiden Seitenpaare;

dann diagonal oder von einem Winkel zum andern gehend.

Während die ersterwähnte Theilung gewöhnlich für runde Gegenstände, d. h. Rotationsflächen eines geschwungenen Profiles, gilt, wendet man die diagonale Theilung an, wenn ein Hohlkörper von vierseitigem Querschnitte mit Vorsprüngen und Erhabenheiten bedeckt ist, die sich nicht gut im Modell trennen lassen.

Ein einfaches Beispiel der Dreitheilung des Kastens ist in dem Einformen eines geraden Topfes mit Henkel gegeben.

Fig. 114.



Die Form ist in Fig. 114 dargestellt, welche links einen durch die Mittelebene des Eingusses und des Henkels gelegten Durchschnitt vorstellt, rechts dagegen den nach einer senkrecht hierauf gerichteten Ebene gelegten Durchschnitt giebt.

Die Manipulation ist wesentlich folgende:

Man setzt das ungetheilte Topfmodell mit dem angesetzten Henkel **verkehrt** auf ein Modellbrett und stülpt den Mittelkasten darüber. Wenn beide in der richtigen Lage sind,

schüttet man Sand darüber und stampft den Mittelkasten vollständig voll, streicht (in der Höhe der Bodenfläche) glatt ab und wendet mit Hülfe des Modellbrettes den Kasten um, setzt den Unterkasten auf, nachdem man die Formsandfläche um die Topfmündung herum geebnet und mit Streusand überstreut hat. Dann füllt man den Hohlraum des Modelles unter leichtem Stampfen aus, giebt unter Umständen ein Kerneisen hinein, jedenfalls vergisst man das Einsetzen des Lufttrichtermodelles nicht und stampft dann den Unterkasten voll unter Anwendung einer etwas stärkeren Compression des Sandes.

Der Theil der Form, der sich in der Topfhöhlung befindet, muss **deshalb** lockerer und luftiger gehalten werden, als der Rest der Form, weil er den Gasen des Formmaterials den Durchzug nach dem Lufttrichter gestatten soll, der in dem **Kerne** des Topfes (so nennt man die Ausfüllungsmasse des Hohlraumes) angebracht und mit losem Sande gefüllt worden ist.

Der gleiche Arbeitsgrundsatz gilt für viele andere Gefässformen, deren Höhe eben bedeutend genug ist, um eine Theilung des Oberkastens zu verlangen.

Nachdem der Unterkasten an seiner Unterfläche vollständig geebnet und glattgestrichen ist, zieht man den Lufttrichter hervor und füllt den Raum, welchen er in der Form zurückgelassen, mit losem Sande aus.

Hierauf wird der Kasten gewendet, so dass das Modell in der anfänglichen Lage sich befindet, und der Oberkasten aufgesetzt, nachdem man nochmals die obere Fläche des Mittelkastens gesäubert, den Topfboden abgepinselt und die Sandfläche mit Streusand bestreut hat.

Der keilförmige Einguss, der in seiner Breite dem Durchmesser des Topfbodens entsprechen muss, wird quer über denselben gesetzt und mit etwas Sand fixirt, dann der Oberkasten zunächst mit gesiebtem, dann mit gewöhnlichem Formsande gefüllt und vollgestampft.

Es ist nothwendig, auch diesen letzten Theil der Form weniger fest zu stampfen, als den Mittelkasten und den eigentlichen Unterkasten, um den Gasen des Topfbodens Gelegenheit zum Entweichen zu geben.

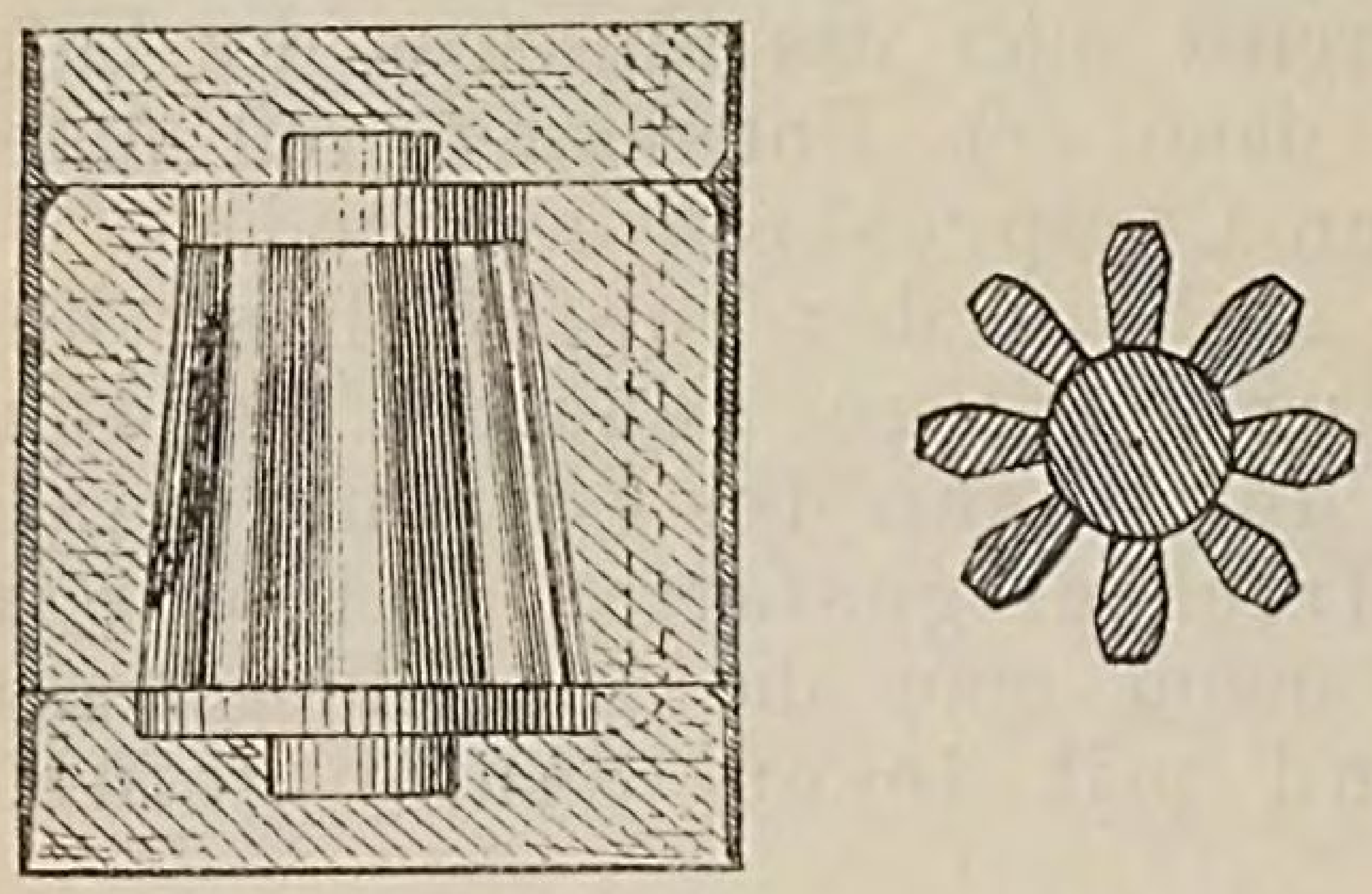
Nachdem der Oberkasten abgestrichen ist, wird der Einguss geschnitten, wie es in Fig. 114 rechts im Profil angedeutet ist, und dann das Modell des Eingusses herausgezogen.

Hierauf hebt man nach einander den Oberkasten und den Mittelkasten ab; in Letzterem bleiben die Henkelmodelle sitzen, die dann besonders herausgezogen werden müssen. Das Topfmodell selbst bleibt auf dem Unterkasten stehen und wird nach vorsichtiger Lockerung vom Topfkerne abgehoben.

Nachdem alle Theile der Form geschwärzt und geglättet sind, setzt man sie zusammen, stellt die ganze Form mit dem Modellbrette auf die Hüttensohle (das Formen geschieht gewöhnlich auf der Bank), beschwert und giesst ab.

Interessant ist die Form eines früher üblich gewesenen Mühlengetriebes, welches auf ein Winkelrad mit hölzernen Kämmen oder auf ein Kammrad einzugreifen hatte.

Fig. 115.



Wie aus Fig. 115 hervorgeht, wurde es aufrecht und von unten her gegossen. Die Zähne steckten im Modelle lose zwischen zwei Scheiben und um ein centrales cylindrisches Stück, welches als Kernmarke dient und auf welchem die Zähne aufständen.

Die Handhabung war hier etwas umständlicher als beim Gusse der geraden Töpfe, weil die Zähne von der Unterkastenseite aus herausgezogen werden mussten.

Man formte zuerst im Unterkasten die eine Scheibe ein, drehte um, stellte das Modell zusammen und brachte den Mittelkasten auf den Unterkasten, stampfte denselben mit der gleichen Vorsicht wie bei Zahnrädern ein, setzte den Oberkasten darauf und machte den Einguss, der durch den Mittelkasten hindurchging, also schon beim Füllen des Letzteren festgesetzt werden musste.

Nachdem dieses geschehen, die Oberfläche des Oberkastens geebnet, der Trichter gemacht und der Einguss herausgenommen war, drehte man das Ganze um, hob den Unterkasten ab und schritt zum Ausziehen des Modelles. Zunächst entfernt man die Scheibe nebst Kernmarken, dann die Zähne und endlich das die Stelle eines später einzusetzenden Mittelkernes einnehmende cylindrische Mittelstück (das für Scheiben und Zähne den einzigen Halt bildete), dreht den Ober- und Mittelkasten um und setzt beide auf eine glatte Unterlage, hebt den Oberkasten ab und entfernt die kleinere Scheibe nebst Kernmarken. Dann wurde die Form gereinigt und gestäubt, der Mittelkern, aus Masse hergestellt und getrocknet, eingesetzt, endlich der Oberkasten aufgesetzt und beschwert.

Ausser den symmetrischen dreitheiligen Formen, wie die vorher beschriebenen, giebt es eine geringe Zahl von Formen, welche lediglich die Unsymmetrie **allein** in die Kategorie des dreitheiligen Kastengusses verweist.

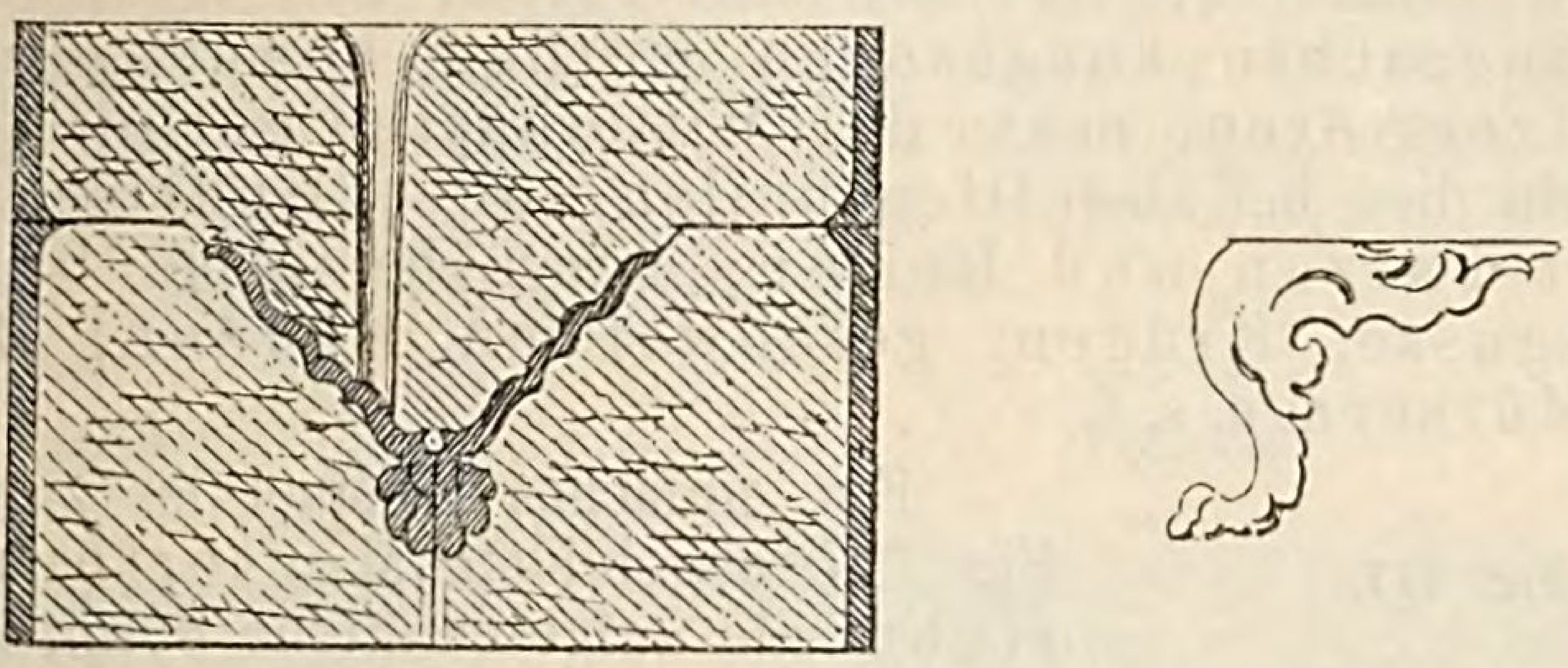
Wenn man sich zum Beispiel zwei einseitige Reliefs in irgend einem Winkel zusammengestossen denkt, so kann man weiter ein solches Ganze nur in einer dreitheiligen Form herstellbar sich denken, von welcher ein Theil die beiden inneren Seiten des Winkels abbildet, während die beiden anderen Theile die mit Erhabenheiten bedeckten Aussenseiten des Gegenstandes wiedergeben.

Die Form eines verzierten Ofenfusses entspricht der gedachten Gestaltung und ist in Fig. 116 dargestellt.

Die Manipulation ist ganz interessant, erfordert aber einen besonders vorgerichteten Formkasten und zweitheilige Modelle.

Das Modell wird nach der Halbirungsebene des Winkels, den die beiden Flügel mit einander machen, getheilt und ist so modellirt, dass jede der beiden Hälften in einer normal auf ihre

Fig. 116.



Mittelfläche stehenden Richtung aus einer Sandform gezogen werden kann; diese Hälften müssen also den Anforderungen des dreitheiligen Kastengusses (S. 262) entsprechen.

Ein Modellbrett mit dachartiger Erhöhung in der Mitte, deren Scheitelwinkel dem Winkel der Innenflächen des Ofengusses (gewöhnlich 90°) entspricht, ist unerlässlich, und man hängt das zusammengesetzte Modell darauf, ehe man den zweitheiligen Unterkasten daraufsetzt. Da eine Theilung des Letzteren ohne eine hier nicht ohne Weiteres mögliche Trennung des Sandes unausführbar sein würde, ist an beiden Kastenhälften die Trennungsfläche durch eine volle Wand angedeutet, welche die erforderlichen Ausschnitte für die Klauen und überhaupt für den Umriss des Objectes in dieser Ebene besitzt.

Diese beiden fest aneinandergeschlossenen Kastenhälften stampft man mit fein gesiebtem Sande voll und durchsticht sie mit dem Luftspiesse, nachdem die Unterflächen geebnet sind.

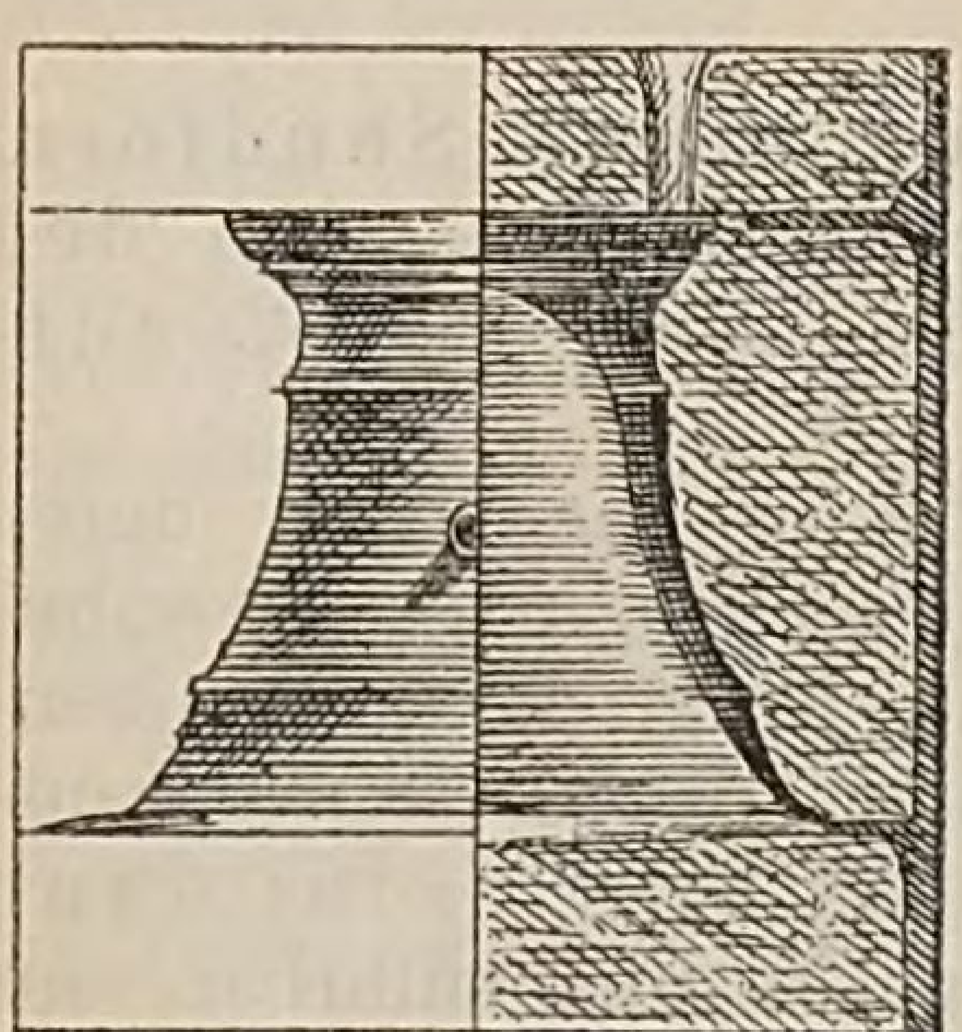
Darauf wendet man den Kasten um, nimmt das Modellbrett fort und reinigt die Innenflächen des jetzt auf dem Sande des Unterkastens ruhenden Modelles. Darauf bestreut man die Sandflächen um das Modell herum mit Streusand und setzt den Oberkasten auf, der mit einem winkelförmigen Vorsprunge in den Unterkasten einfällt. An der Spitze dieses Vorsprunges sind beide Wände des Kastens mit einem Querstabe verbunden, welcher bestimmt ist, der Sandmasse des Oberkastens an dieser gefährdeten Stelle Halt zu geben. Man bepinselt diese Stange ebenso mit Lehmwasser, wie sonst die Gehänge und die Kasteninnenseiten, um eine stärkere Adhäsion der umliegenden Sandschichten zu veranlassen.

Der Einguss wird an der bezeichneten Stelle angesetzt und nun der Oberkasten gefüllt, geebnet und abgestrichen. Nachdem man den Eingusstrichter gemacht, zieht man das Eingussmodell heraus und hebt den Oberkasten ab. Dann löst man die Verbindung der Modellhälften, sowie die der Unterkastenhälften und zieht vorsichtig die beiden Formtheile auseinander.

Aus jedem derselben entfernt man nunmehr das Modell in gleicher Weise, wie bei jeder verzierten Platte, und putzt die Form aus. Nach dem Stäuben legt man gern das Modell nochmals ein, um den Kohlenstaub festzudrücken. Der Guss erfolgt nach dem Zusammensetzen der Form mit mässiger Geschwindigkeit.

Sobald bauchige Formen auftreten, die nicht parallel ihrer Längsachse ausgezogen werden können, ohne die Form zu zerstören, muss der Mittelkasten getheilt werden. Es geschieht dies bei allen Ofentheilen von cylindrischer Form, doch mit Falzen und Reifen; ferner bei allem bauchigen Geschirrgusse, Krügen, geschweiften Kannen, Bechern, Vasen, Mörsern u. s. f.

Fig. 117.



Ein einfaches Beispiel ist zunächst die Fig. 117 abgebildete Mörserform, welche rechts die aufgeschnittene Form, links das Modell in der Ansicht selbst darstellt.

Das Formen geschieht im Allgemeinen bei Mörsern bis zu einer gewissen Grösse mit ungetheiltem Modelle und im ausgeschnittenen, das Modell halb aufnehmenden Modellbrette. Bei grösseren Exemplaren und wenn Handhaben angegossen werden sollen, wählt man getheilte Modelle; bei ganz schweren Stücken wählt man auch den Lehmguss ohne Modell.

Das Arbeiten mit dem ungetheilten Modelle ist beschwerlich, weil das Modell meist von Metall ist und gern beim Wenden der Kasten auf den Sand einen wechselnden Druck ausübt. Die Handhabung ist einfach folgende: Der Mörser wird in das Modellbrett gelegt und die eine Hälfte des Mittelkastens darüber gethan, mit einer Schraubzwinge gegen das Modellbrett gedrückt und das Ganze nun so aufgestellt, dass der Kasten mit dem verkehrten Modelle auf der Bank oder einem gewöhnlichen Formbrette steht. Dann stampft man sorgfältig voll und streicht die Kastenoberfläche ab; nach dem Umlegen desselben schraubt man die Schraubzwinge ab und entfernt das Modellbrett. Das Modell bleibt in der hergestellten Formkastenhälfte liegen, und man setzt jetzt die andere Hälfte des Mittelkastens dagegen und schliesst sie fest.

Das Ausstampfen dieser zweiten Hälfte verläuft nach Ueberstäuben der Trennungsflächen ebenso wie das der ersten, und es wird nun das Ganze mit Hülfe von zwei Modellbrettern so gewendet, dass der Mörser aufrecht steht. Das Innere desselben wird nun mit Sand gefüllt und, nachdem der Unterkasten aufgesetzt, derselbe in gleicher Weise behandelt, wie bei der Form des geraden Topfes.

Die weitere Arbeit ist ebenfalls wie bei der genannten Topfform; beim Herausnehmen des Modelles verfährt man aber so, dass nach Abnehmen des Oberkastens die Hälften des Mittelkastens nach zwei Seiten hin abgezogen und das Modell vom Kerne abgehoben wird.

Bei zweitheiligem Modelle zieht man das Modell mit den Kastenhälften ab und hebt jede Hälfte desselben aus dem umgelegten Kasten heraus.

Die Reihe der Bauchtöpfe in Geschirrgiessereien, welche in Zahl der Sorten und in Nachfrage sehr bedeutend gegen die übrige Geschirr- und Hohlgusswaare hervorragt, ist durch Fig. 118 vertreten; bezüglich der Eingussform und des Henkels gilt dasselbe wie für die geraden Töpfe; das Modell des Letzteren muss sich nach beiden Seiten hin leicht ausziehen lassen. Die Praxis des ganzen Formereiverfahrens ist dieselbe wie bei dem zweitheiligen Mörser.

Fig. 118.

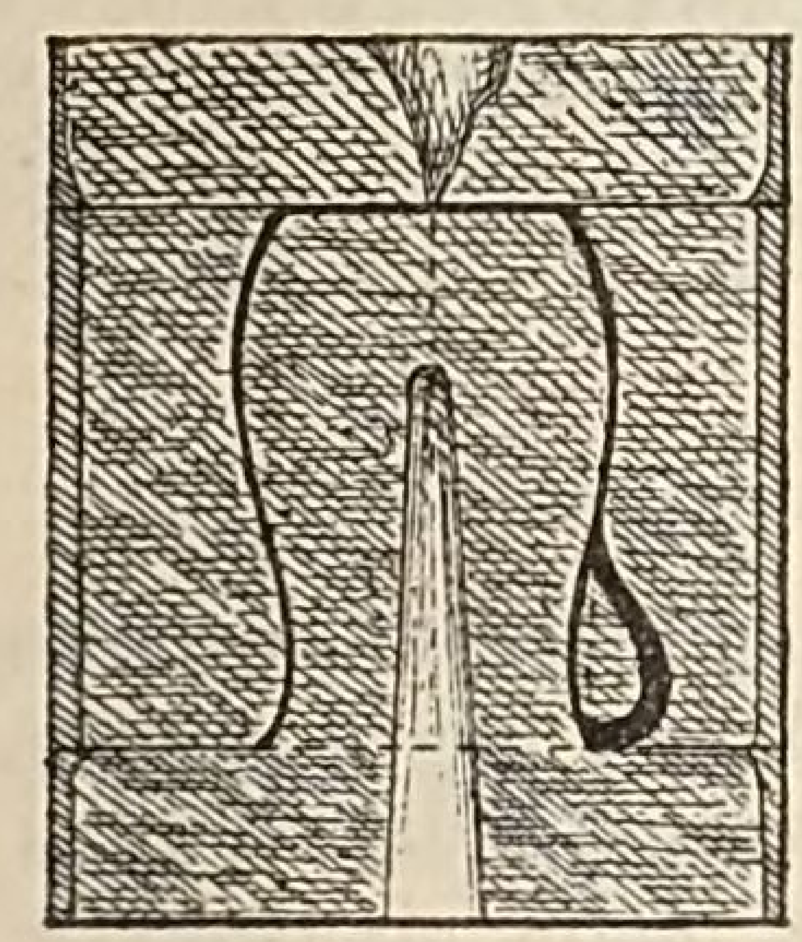
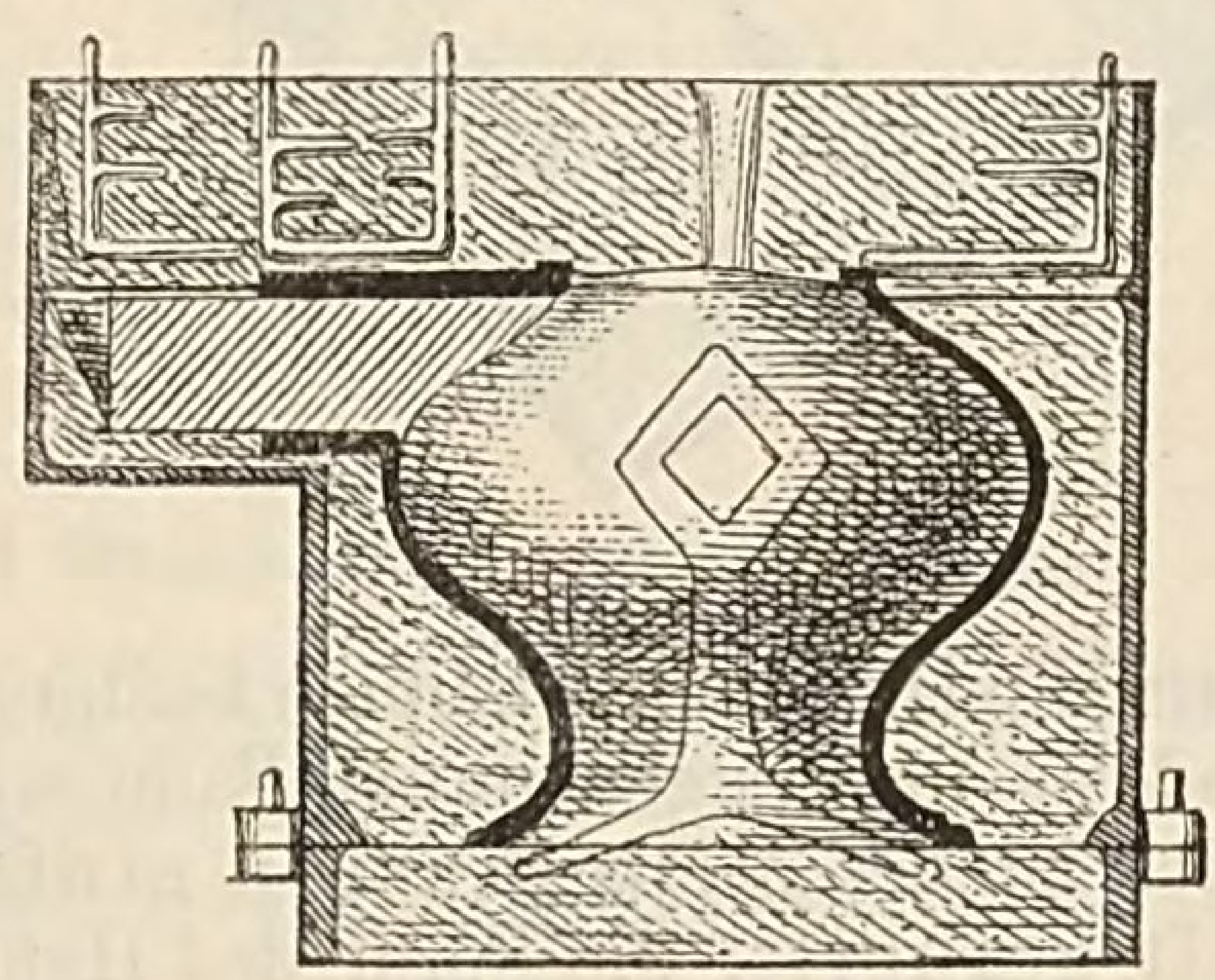


Fig. 119.



Ein früher sehr gebräuchlicher kleiner Steinkohlenofen, dessen Form in Fig. 119 dargestellt ist, giebt ein Beispiel stark gebauchter Formen; erschwert wurde hier noch das Formen durch einen anzugiessenden vierseitigen Stutz, der in das Rauchrohr zu führen bestimmt war.

Dessen Höhlung wurde nun durch einen Massekern gebildet, der sich an den von Sand gemachten Hauptkern anlegen musste, ohne ihn jedoch zu belasten; im Gegentheil musste die ganze Last auf seiner Kernmarke liegen.

Eine Luft war im Oberkasten für den Massekern auszusparen, während der Einguss, wie beim Geschirrguss, mitten auf den Kern traf, aber nicht keilförmig, sondern kegelförmig war.

Die Theilung des Formkastens, wie auch des Modelles, ging normal zur Mittelebene, die durch den Rohrstutz gelegt gedacht werden kann. Die Manipulation verlief wie bei den Bauchtöpfen, doch veranlasste der stark gebauchte Kern und die Schwäche des Halses einige Schwierigkeiten.

Auch Krugformen aller Art, die nach demselben Verfahren hergestellt werden, bieten die gleichen Schwierigkeiten, welche durch das Anbringen eines Kerneisens und passendes Stampfen vermindert werden können.

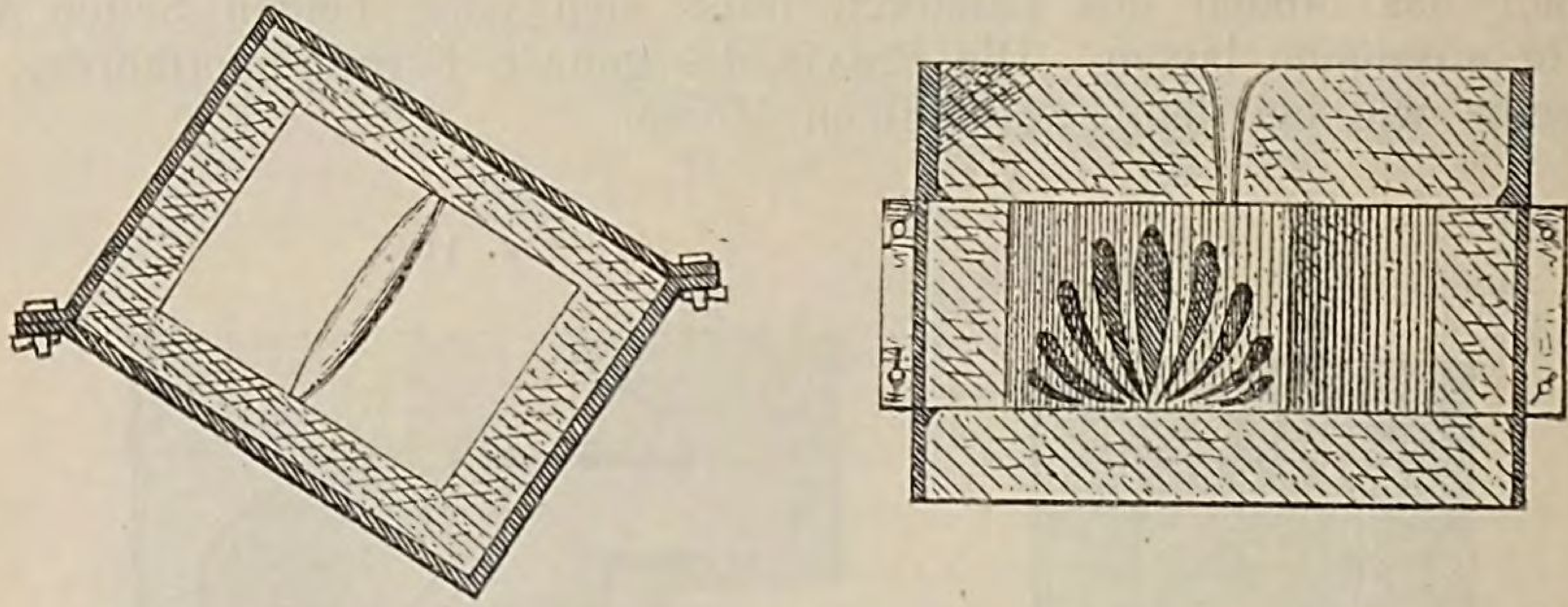
Wenn es sich um das Abformen von verzierten, viereckig oblongen Ofenunterkästen handelt, muss man ebenfalls zur mehrtheiligen Formerei schreiten, da sich die einzelnen Flächen des Ofenkastens nicht anders abheben lassen, als normal zur Fläche.

Fig. 120 zeigt Grundriss und Durchschnittsskizze der Form eines derartigen Unterkastens; in Letzterem ist das Modell noch erhalten, das

im vorliegenden Falle eine nur einfache Verzierung enthält, die aber genügt, die mehrtheilige Formerei als erforderlich hinzustellen.

Es ist in gewisser Beziehung ein Seitenstück zu dem weiter oben behandelten Einformen des Ofenfusses; nur liegen in der jetzt betrachteten

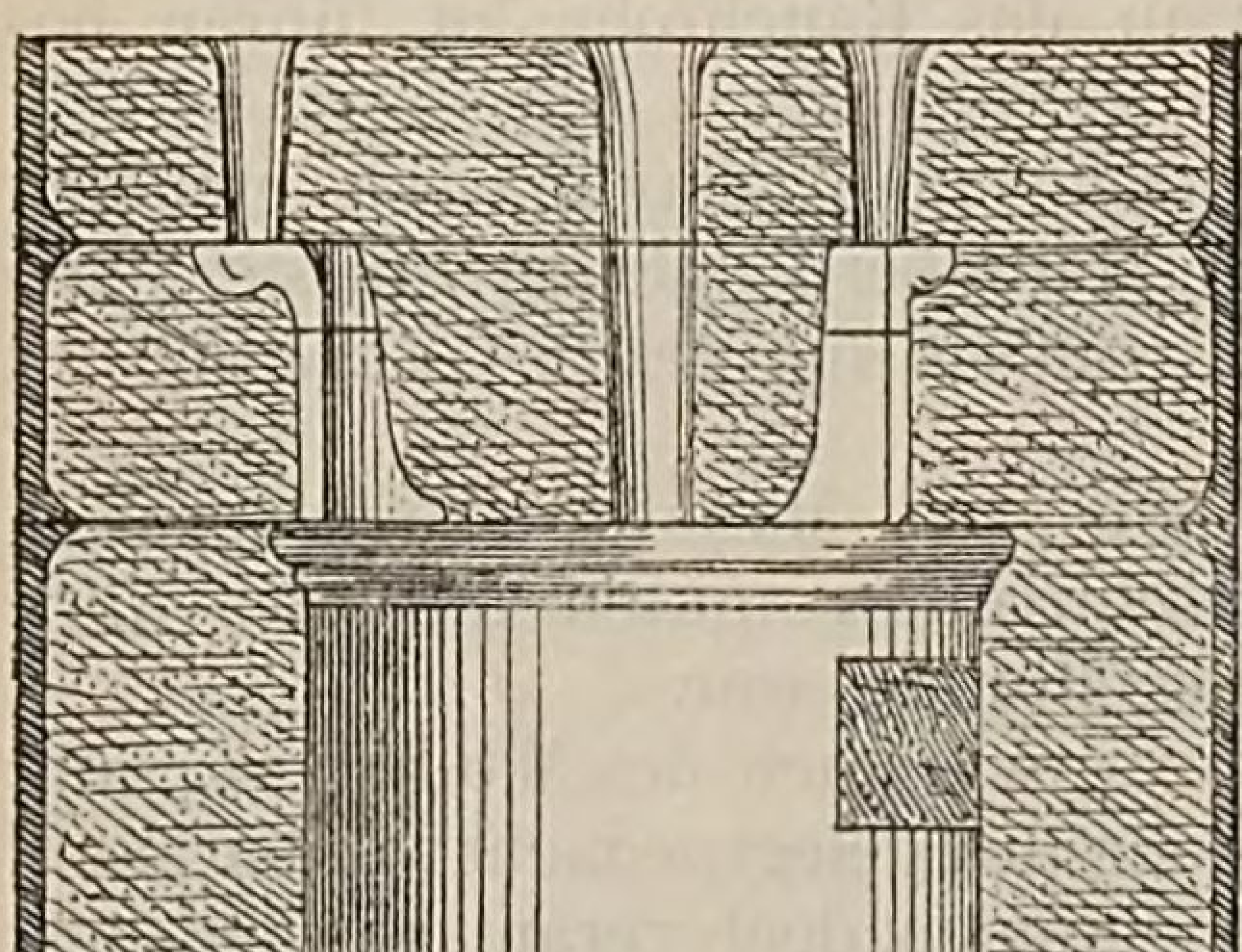
Fig. 120.



Gussform die Durchschnittslinien beider verzierten Flächenpaare senkrecht, während sie im erstgenannten Falle waagerecht zu liegen kamen.

Hier ist der Mittelkasten einfach diagonal, das Modell aber doppelt getheilt; die Form des Hohlraumes bleibt als länglich rechteckiger Sandkern auf dem Unterkasten stehen und wird so behandelt, wie der Kern eines hohlen Geschirres.

Fig. 121.



Beim Einstampfen wird insofern gleich verfahren, wie bei der übrigen Hohlformerei, als das Modell und der Mittelkasten mit der Schraubzwinge angeschlossen sind an ein vertikal stehendes Formbrett. Es ist hierbei auch möglich, die Verzierungen der senkrecht stehenden Aussenseiten hinreichend genau zu bekommen.

Die Beispiele liessen sich noch in's Unendliche vermehren; es genügt aber noch die Angabe einer Formmethode im fünftheiligen Kasten für den Untersatz eines auf drei Füssen stehenden cylindrischen Ofenuntersatzes, dessen Form in Fig. 121 wiedergegeben ist.

Die Füsse liegen in einem besonderen ungetheilten Stücke des Mittelkastens und werden von beiden Seiten herausgezogen, da ihre Modelle an der dünnsten Stelle getheilt sind. Der darunter befindliche Mittelkasten ist längsgetheilt, um die Thüröffnungen und andere Einzelheiten besser zur Wiedergabe zu bringen.

Der Einguss kommt in die Mitte des Hauptkernes zu stehen und geht durch die beiden Oberkasten hindurch; es ist aber gut, auf die Füsse ebenfalls Eingüsse oder mindestens Steigetrichter zu stellen, die man von aussen füllen kann, wenn der Ofenkörper selbst vollgelaufen ist.

Bei dem Formen dieses Ofentheiles, wie auch der meisten im Horizontalschnitte kreisrunden Ofentheile, spannt man stets gegen die betreffende Mittelkastenhälfte ein glattes Formbrett und stellt die Modellhälfte daran; durch das Stampfen selbst wird sie fest angedrückt.

Die Modellhälften, wie auch die bei den übrigen Gegenständen des viertheiligen Gusses angewendeten Modelltheile müssen mit Stiften und Dornen versehen sein, um sie an den Durchschnittsflächen scharf aneinander zu passen.

Deshalb muss jedes Verbiegen der Modellstücke möglichst vermieden und, wenn es eingetreten ist, jede Verunstaltung vollkommen ausgeglichen werden, ehe man ein solches Modell anwendet.

C. Kastenformerei in fettem Sande oder Masse.

Die Masseformerei, welche, wie bereits gelegentlich hervorgehoben wurde, in einem geringeren Umfange in der Regel betrieben wird, als die Sandformerei, zerfällt in drei verschiedene Arbeitsmethoden:

die mit Modellen bewirkte gewöhnliche Masseformerei; angewandt in allen Fällen, wo eben die Sandformerei, des in der Form nothwendigen Druckes halber, nicht hinreichend haltbar ist;

die ohne Modell und mit Hülfe von Schablonen, allenfalls noch von einzelnen Modellstücken ausgeführte Formerei; eine Methode, welche naturgemäss nur für eine geringere Anzahl von Formen und meist für grobe Stücke anwendbar ist;

die mit Modellen ausgeführte Formerei von Kunsterzeugnissen, wobei es auf die Handfertigkeit des Formers, wie auch auf das Gefühl desselben vorzugsweise ankommt.

Die allgemeinen Anforderungen an die Arbeit und der Verlauf derselben sind bei den ersten beiden Arbeitsmethoden die gleichen; nur die Formerei von Kunstsachen verläuft anders: erstens, weil sie in einer besonders vorbereiteten feineren Masse geschieht, dann, weil die Theilung der Form keine symmetrische, sondern eine von der sich veränderten Gestaltung der Oberfläche abhängige und durch Benutzung von Kernstücken oft sehr verwickelte ist.

Diese Theilung der Form findet dazu auch in zweierlei Weise statt, einmal nach der Armatur und dann innerhalb dieser ersten oder Haupttheilung nach der Gestaltung der Oberfläche.

Da die gleiche Manipulation noch beim Kunstgusse in Lehm stattfindet und da beiläufig Lehm- und Massearbeit in der neueren Kunstgiesserei vielfach mit einander verbunden sich finden, empfiehlt es sich, um Wiederholungen zu vermeiden, die Betrachtung der bezüglichen Methoden bis dahin zu verschieben.

Es sind daher beim Massegusse zunächst nur zwei Gruppen von Arbeiten zu unterscheiden:

a) die mit Modell bewirkte,

b) die theilweise oder ganz ohne Modell bewirkte Kastenformerei in Masse.

a) Mit Modell bewirkte Kastenformerei in Masse.

Die Masseformerei oder Formerei in fettem Sande nach Modellen unterscheidet sich von der Sandformerei nur durch Anwendung stärkerer Compression des Formmaterials und, dieser Forderung entsprechend, durch Anwendung starker Formkasten.

Die Masseformerei tritt an die Stelle der Sandformerei, sobald es sich darum handelt, umfängliche und dabei verwickeltere Güsse nach Modellen auszuführen, oder wo der Guss im Interesse seiner Dichtigkeit und Festigkeit unter einem so starken Drucke geschehen muss, dass die Widerstandsfähigkeit des gewöhnlichen Sandes nicht ausreicht, die Formflächen vor Verdrücken zu schützen.

Gegenstände von langer cylindrischer Gestalt, z. B. Röhren zu Wasser- und Dampfleitungen, Maschinencylinder von verwickelter Gestaltung, Druckpumpenkolben für Wasserhaltungsmaschinen, sobald dafür Modelle gemacht werden, vieler schwerer oder zusammengesetzter Maschinenguss, endlich Geschütze und kleinere Walzen sind vorzugsweise dem Massegusse zuzuweisen.

Es fand früher diese Art der Formerei sogar für kleinere Dinge auf solchen Giessereien statt, welche ein hartes Eisen und einen schlechten Formsand hatten und aus verschiedenen Gründen ein besseres Material nicht beschaffen konnten. Sobald solche Stücke bearbeitet werden sollten, formte man sie in Masse statt in Sand und erhielt reinere Flächen, dichteren Guss und grössere Weichheit.

Bei solchen Werken, welche, wie z. B. mehrere Chemnitzer Werke, im Besitze guter Formmaterialien sind (siehe Bd. I, S. 425), formt man in einer Masse, die nur oberflächlich getrocknet zu werden braucht, und kann der Darrkammern fast entbehren.

Es tritt dann für solche Materialien das gleiche Verfahren ein, wie für den gewöhnlichen gröberen Sandguss. Nur wird diese fettere Masse durchgängig fester gestampft als der Sand, denn eben ihre eigenthümlichen petrographischen Eigenschaften machen eine stärkere Compression möglich.

Demnächst gesellt sich bei dieser Arbeit, namentlich für schwerere Stücke, zu der gewöhnlichen Behandlung eines jeden stärker zu comprimirenden Materials noch eine ganz besondere Aufmerksamkeit auf die Behandlung der Forminnenfläche, die viel weiter geht, als bei dem Sande.

Da die Masse getrocknet oder, wie man sagt, gebacken oder gebrannt wird, so verzieht sich die Oberfläche der Substanz, also auch die Innenfläche einer Form leicht etwas anders und stärker als wie der Kern derselben, und es bilden sich oberflächliche Risse, die fast nirgends ausbleiben und eine nochmalige Ueberarbeitung der Innenfläche erforderlich machen.

Diese Ueberarbeitung oder Fertigstellung der Giessseite zerfällt in eine reinigende und ausbessernde und in eine überziehende Arbeit; die Letztere besteht darin, dass eine besondere Mischung der Hauptbestandtheile der feineren Masse mit Kohlenstaub und Wasser durch eine organische Substanz bündig gemacht, auf die noch heissen Formwände gepinselt, glatt gestrichen und polirt wird.

Die Hauptarbeit, das Feststampfen des fetten Sandes, wird mit schweren eisernen Keulen ausgeführt, wobei grosse Vorsicht anzuwenden ist, um das Modell nicht zu beschädigen. Man übersiebt dasselbe mit dem Formmaterial von der gleichen Feinheit, wie sonst der gewöhnliche frische oder grüne Sand angewandt wird, und giebt hinterher Material, welches vorher das Erbsensieb passirt hat, mit der Schaufel auf. Dadurch verhindert man das Auftreffen der Stampfkeule auf das Modell und muss nur Sorge tragen, dass vor erneuter Beschüttung der festgestampften Oberfläche diese mit der Stampfkeule geritzt werde, damit die Adhäsion des neu hinzugekommenen Materials möglichst begünstigt wird.

Das Wenden der Kasten geschieht ausschliesslich mit dem Krahne, weshalb alle Kasten für den Masseguss mit starken Zapfen versehen sein müssen, die sich leicht in den Hängeschleifen der Krahnbalken drehen lassen.

Bei längsgetheiltem Modelle wird nach Vollstampfen des Unterkastens das Form- oder Modellbrett mit Schraubzwingen oder Klammern fest an den Kasten angeschlossen, ehe das Krahnzeug angehängt und ehe angehoben wird.

Nachdem das Ganze gewendet wurde, lässt man es auf eine ebene Fläche nieder und reinigt das Modell, sowie die angrenzenden Masseflächen, ehe man die andere Modellhälfte und die andere Kastenhälfte aufsetzt. Die Letztere wird auf der Innenfläche mit Lehmwasser bestrichen, um das Anhaften der Masse zu befördern; dasselbe ist bereits mit der zuerst vollgestampften Kastenhälfte geschehen und muss auch mit allen Gehängen oder sonst mit der Masse in Berührung kommenden Eisentheilen geschehen, da die Masse wegen ihrer Schwere und eigenen Cohärenz geneigter ist als der Sand, sich vom Eisen abzulösen.

Das Vollstampfen des Oberkastens, das Ebnen und Abstreichen, die Eingussanordnung, das Abheben, das Herausnehmen des Modelles u. s. w., alle diese Operationen geschehen in ziemlich gleicher Weise beim Massegusse wie beim Sandgusse.

Wenn die Form dergestalt fertig gestampft ist, wird sie ausgebessert und kommt in die Darrkammer, in der sie bis zum nächsten Tage verweilen muss, d. h. mindestens 9 — 12 Stunden. Bei eiligen Arbeiten kann man auch anders über die Zeit verfügen; indessen beansprucht die Operation des ersten Trocknens gewöhnlich die angegebene Zeitdauer.

Ist die Form fertig getrocknet, so muss sie sich vollkommen hart anfühlen und darf beim Auflegen der trockenen kühlen Hand keine feuchte Empfindung hervorrufen; es dürfen also keine Wasserdämpfe entweichen und sich an der Handfläche niederschlagen.

Die Formtheile, aus der Darrkammer gebracht, werden von der Flugasche gereinigt und genau nachgesehen, die Risse mit frischer, etwas magerer Masse zugestrichen und das ganze Innere mit einem

geschliffenen Ziegelstücke leicht abgerieben. Dabei gleicht man alle Veränderungen, Verzüge aller Art, welche die Innenfläche entstellen, aus und arbeitet, wo es die Festigkeit der gebrannten Masse erlaubt, mit Wasser, dem Masse beigemengt ist, die Hauptfläche nach.

Dieses Waschen bringt eine grössere Porosität der Oberfläche zuwege, indem es lehmige Theilchen wegnimmt, und wird auf solchen Giessereien namentlich nie unterlassen, auf denen die Masse sehr fett ist und dadurch beim Brennen leicht hart wird.

Nach dem Waschen der Form wird dieselbe nochmals getrocknet, doch viel kürzere Zeit, und dann mit Schwärze ausgeschlichtet. Dieser innere Ueberzug, welcher bereits früher als wichtig hervorgehoben wurde, ist in seiner Zusammensetzung sehr schwankend und wird auf allen Giessereien verschieden behandelt. Seine Mischungsverhältnisse richten sich nach der Beschaffenheit der Masse, der Grösse des Gusses u. s. w., und man betrachtet die richtige Zusammensetzung solcher Schwärze bei der Masse-, wie auch bei der Lehmformerei vielfach als Fabrikationsgeheimniss. Jedenfalls ist sie von grösster Wichtigkeit für das Aussehen der Güsse.

In neuerer Zeit wird diese Substanz wie auch alle anderen Schwärzen des Giessereibetriebes von besonderen Fabriken hergestellt und vertrieben, welche alsdann eine grössere Summe von Erfahrungen sich zu Nutze machen können.

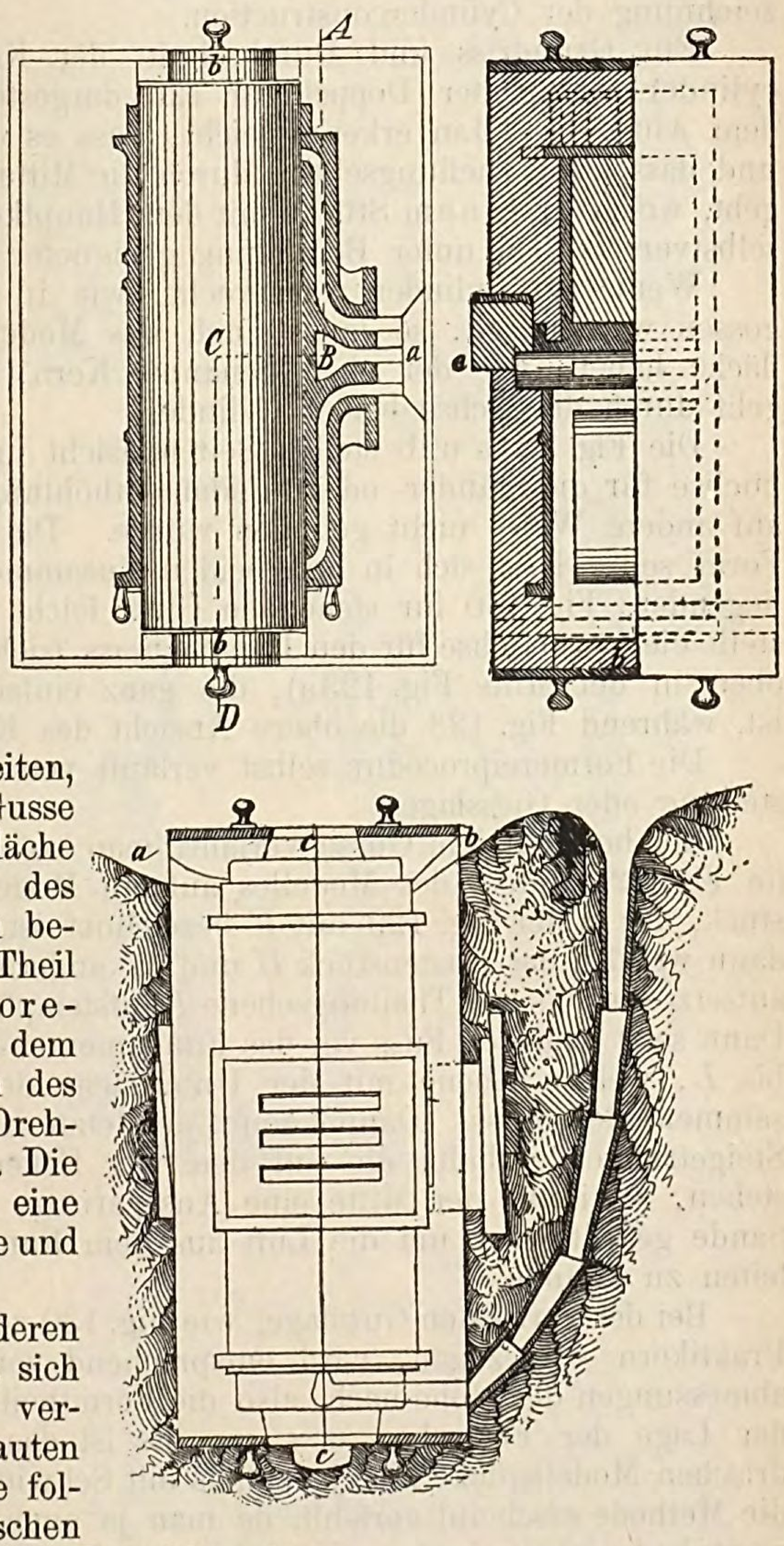
Als Beispiele von Massenguss sind in erster Linie Dampfcylinder mit angegossenen Kanälen und Dampfeintritt- und Austrittstutzen anzuführen.

Die Skizzen Fig. 122 stellen die Form eines einfacheren Dampfcylinders dar, der aufrechtstehend von unten gegossen wird. Während links ein Durchschnitt durch die Dampfkanäle und die Cylinderachse dargestellt ist, zeigt die rechte Figur den theilweisen Durchschnitt nach einer gebrochenen, links mit *ABCD* bezeichneten Linie, so dass im links befindlichen Theile der Figur (dem Oberkastendurchschnitte) oben der Kern des Dampfkanales und die Form des seitlich unter dem Schieberkasten-Bodenflansch heraustretenden Abblaserohres durchschnitten werden, während unten der Durchschnitt durch die Mitte des Formkastens geht und die Ansicht der Kerne gestattet. Der Kern des erwähnten Abblaserohres mündet nach der Seite aus und der Flansch desselben wird durch einen kleinen, in die Masse des Oberkastens eingehängten Formkasten begrenzt, der auch eine Marke für den Kern des Rohres bildet.

Unten erblickt man die Eindämmung der Form, wobei auch der kleine Formkasten (rechts) mit befestigt erscheint; aus derselben Figur (auch aus der ersterwähnten Figur links) ist die Disposition der beiden Eingüsse zu sehen, welche früher allgemein von aussen her an den Formkasten geführt und deshalb beim Eindämmen der Form aus Thonröhren allmälig aufgebaut werden mussten. Praktischer ist es und weniger zeitraubend, wenn die Vertikaleingüsse in den Ecken des Kastens selbst heruntergeführt werden. Damit sich das Eisen in der Form nicht direct begegnet, treten die beiden Eingüsse in umgekehrter Richtung nach der Kastentheilungsfläche zu.

Auf der rechten Hälfte der unten befindlichen Figur ist ein derartiger Kanal angegeben. Die Luft der Kerne entweicht bei *a* in der links gezeichneten Figur da, wo die Kerne der Dampfkanäle zusammenstossen, und in *bb*, wo eine lockere Beschüttung das Entweichen der Gase aus dem Hauptkerne gestattet. In der rechten Figur linke Hälfte stellt *a* die Kernluft des Abblaserohres, *b* die Luft des Hauptkernes, in der unteren Figur *cc* die Luft des Hauptkernes dar. In derselben tritt das überschüssige Eisen bei *a* und die Luft der Form selbst bei *b* aus.

Fig. 122.



Man sieht aus allen drei Figuren, dass die Wand des Cylinders über den oberen Flansch hinaus verlängert ist; es ist das aus dem Grunde geschehen, die Unreinigkeiten, die sich auch beim besten Gusse an der obersten Formfläche sammeln, ausserhalb des vollendeten Cylinders zu befördern. Der vorstehende Theil der Wand dient als verlorener Kopf und wird nach dem Erstarren und Abkühlen des Gusses zunächst auf der Drehbank heruntergeschnitten. Die Schnittfläche muss dann eine vollkommen gleichmässige und reine Textur zeigen.

Bei Cylindern mit anderen Steuerorganen complicirt sich die Aufgabe, und die verwickeltsten Formenaufbauten werden nothwendig, wie folgende der amerikanischen Giessereipraxis entnommene Beispiele zeigen.

Zunächst sind in den Fig. 123—130, welche auf der beiliegenden Texttafel vereinigt sind, Modell und Formen, ein Dampfcylinder von etwa 14 × 24 Zoll Grösse mit eingegossenem Kolbensteuerungsgehäuse dargestellt.

Die Fig. 123a zeigt rechts das Durchschnittsprofil des Steuercylinders, links die Ansicht des Modelles mit Kernmarken. Ebenso ist die Draufsicht Fig. 125 behandelt, wo auch rechts die Profile beider Cylinder, links wieder die Aussenansicht des Modelles in gleicher Lage zu erkennen sind. Der Querschnitt Fig. 123b vervollständigt die Kennzeichnung der Cylinderconstruction.

Ein Grundriss und Durchschnitt der Kernform für den Steuercylinder ist in der Doppelfigur 126 dargestellt (der Grundriss über dem Aufrisse). Man erkennt leicht, dass es ein halber Kernkasten ist und dass seine Theilungsebene durch die Mittelebene der Kanäle u. s. w. geht, welche in einem Stücke mit dem Hauptkerne ausgestampft werden, selbstverständlich unter Benutzung geeigneter Kernhalter.

Wenn der Cylinder waagerecht, wie in Fig. 129 dargestellt, gegossen werden soll, so muss auch das Modell die gleiche Theilungsfläche haben, wie der eben genannte Kern, d. h. die Theilungsebene geht durch die Achse beider Cylinder.

Die Fig. 124a u. b stellen Seitenansicht und Querschnitt der Kernbüchse für die Ständer- oder Fundamenthöhlung dar, deren Nachbildung auf andere Weise nicht gelingen würde. Die Lage des Kernes in der Form selbst lässt sich in den beiden Zusammenstellungen Fig. 129 für liegenden, Fig. 130 für stehenden Guss leicht erkennen. Die Fig. 127 stellt die Kernbüchse für den Dampfeinlass (siehe auf dem Steuercylinder oben in der Mitte Fig. 123a), die ganz einfach und selbstverständlich ist, während Fig. 128 die obere Ansicht des Eingusstroges vorstellt.

Die Formereiprocedur selbst verläuft verschieden, je nach der Aufstellung oder Giesslage.

Bei horizontalem Gusse verfährt man so, dass man die obere Hälfte (in Fig. 129 unten) des Modelles auf ein Modellbrett legt, das Kastenstück, das in der Fig. 129 mit *F* bezeichnet ist, aufsetzt oder einstampft, dann wendet, das Kastenstück *H* und die andere Modellhälfte der Cylinder aufsetzt und bis zur Theilungsebene *I* aufstampft, abstreicht, isolirt u. s. w. Dann setzt man den Fuss vor das Fundamentmodellstück auf und stampft bis *L*, welche Ebene mit der Unterfläche des Fundamentkörpers zusammenfallen muss. Dann kommt der letzte Kasten darauf, welcher die Steigetrichter enthält, die auf den vier Ecken des Fundamentkörpers stehen, sowie in der Mitte eine Aussparung, die später mit lockerem Sande gefüllt wird, um die Luft aus dem Fundamentkerne leichter ableiten zu können.

Bei der vertikalen Gusslage, wie Fig. 130 zeigt, welche von manchen Praktikern vorgezogen, wird entsprechend verfahren, und die Kastenabmessungen der Höhe nach, also die Formtheilungen, richten sich nach der Lage der Flanschen u. s. w. Es ist das Herausziehen der cylindrischen Modellstücke hier jedenfalls mit Schwierigkeiten verknüpft, oder die Methode erscheint verfehlt, da man ja auch anders getheilte Formen vertikal giessen kann, wie vorher gezeigt wurde.

Auf Taf. XX sind noch mehrere andere Beispiele von Cylinderformerei vereinigt, welche ebenfalls der englisch-amerikanischen Praxis entstammen und wie dies eben besprochene Beispiel dem Werke J. P. Mullin's Modern moulding and pattern making, London 1886, entnommen sind.

Fig. 123.

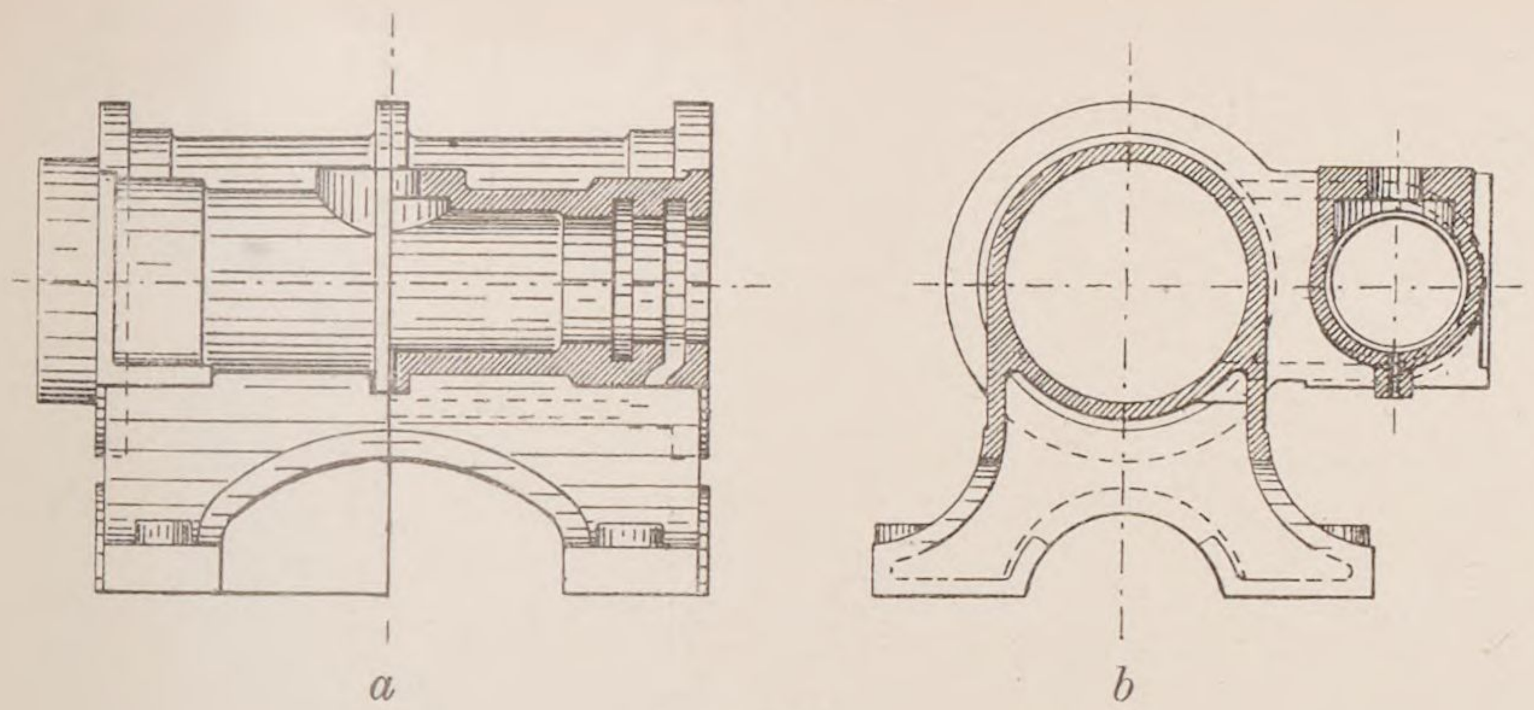


Fig. 127.

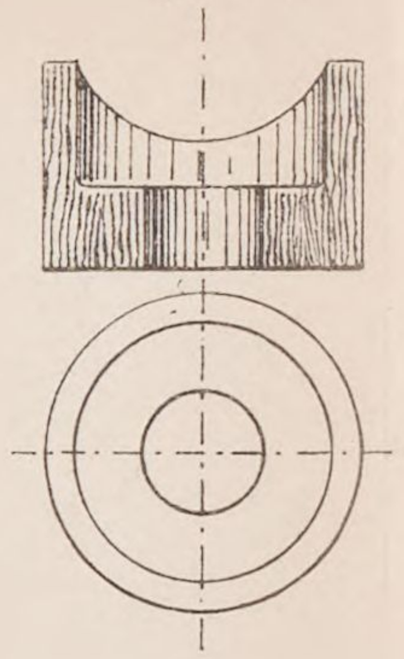


Fig. 128.

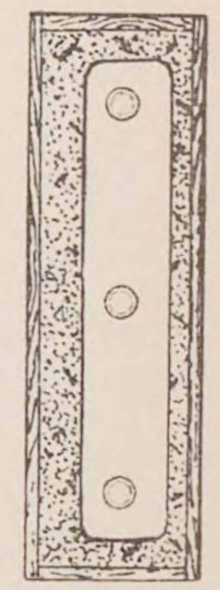


Fig. 124.

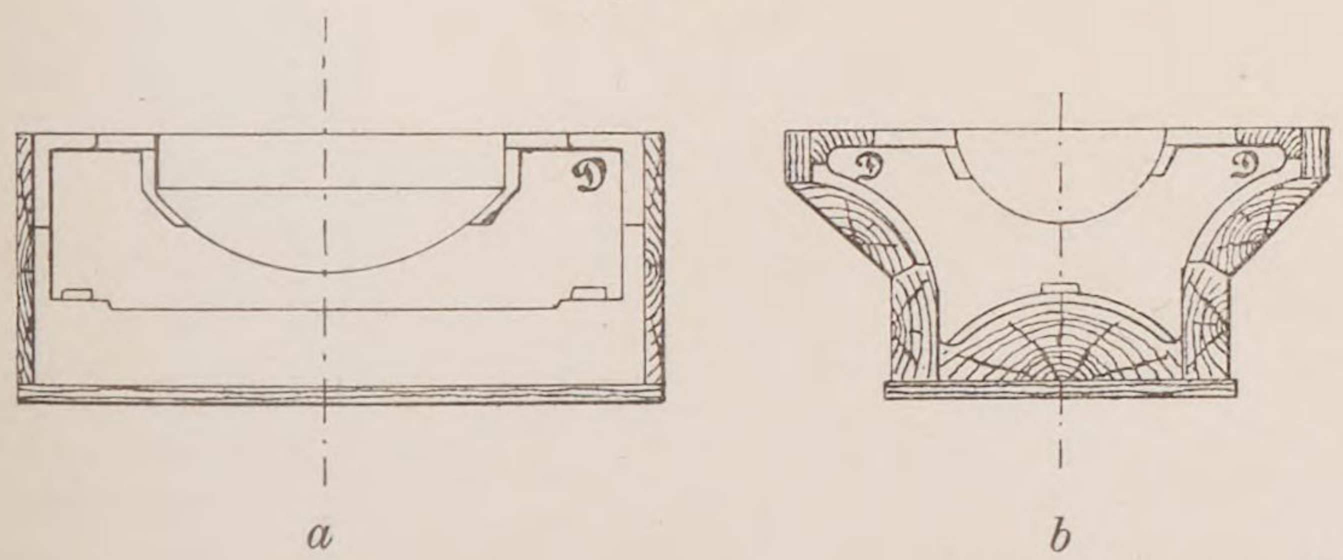


Fig. 125.

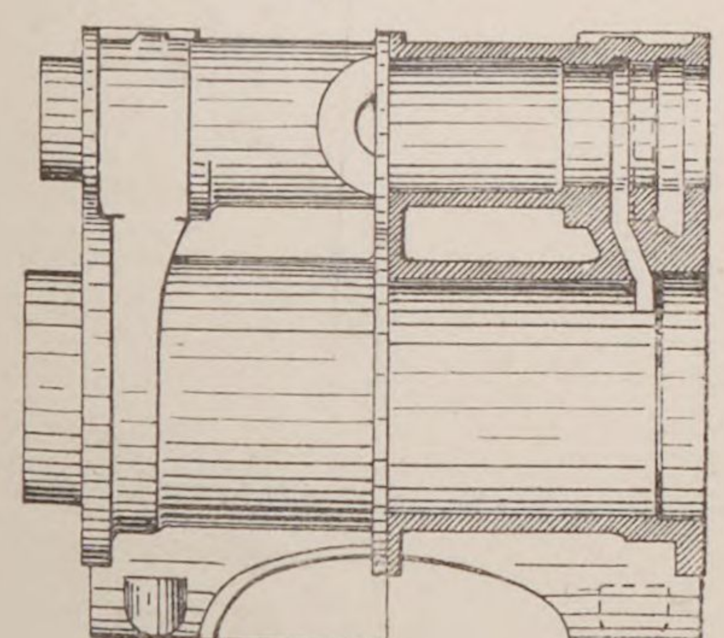


Fig. 126.

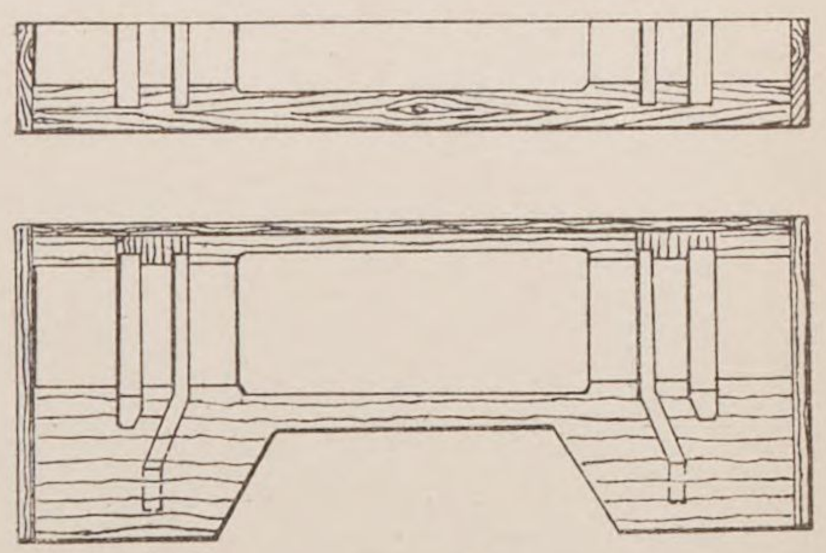


Fig. 129.

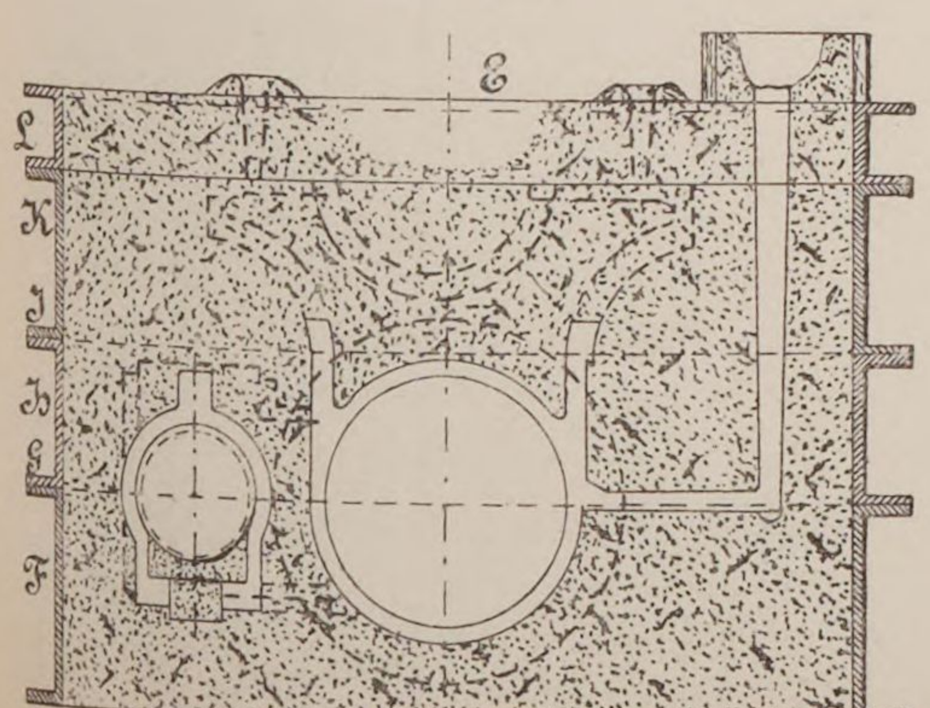


Fig. 130.

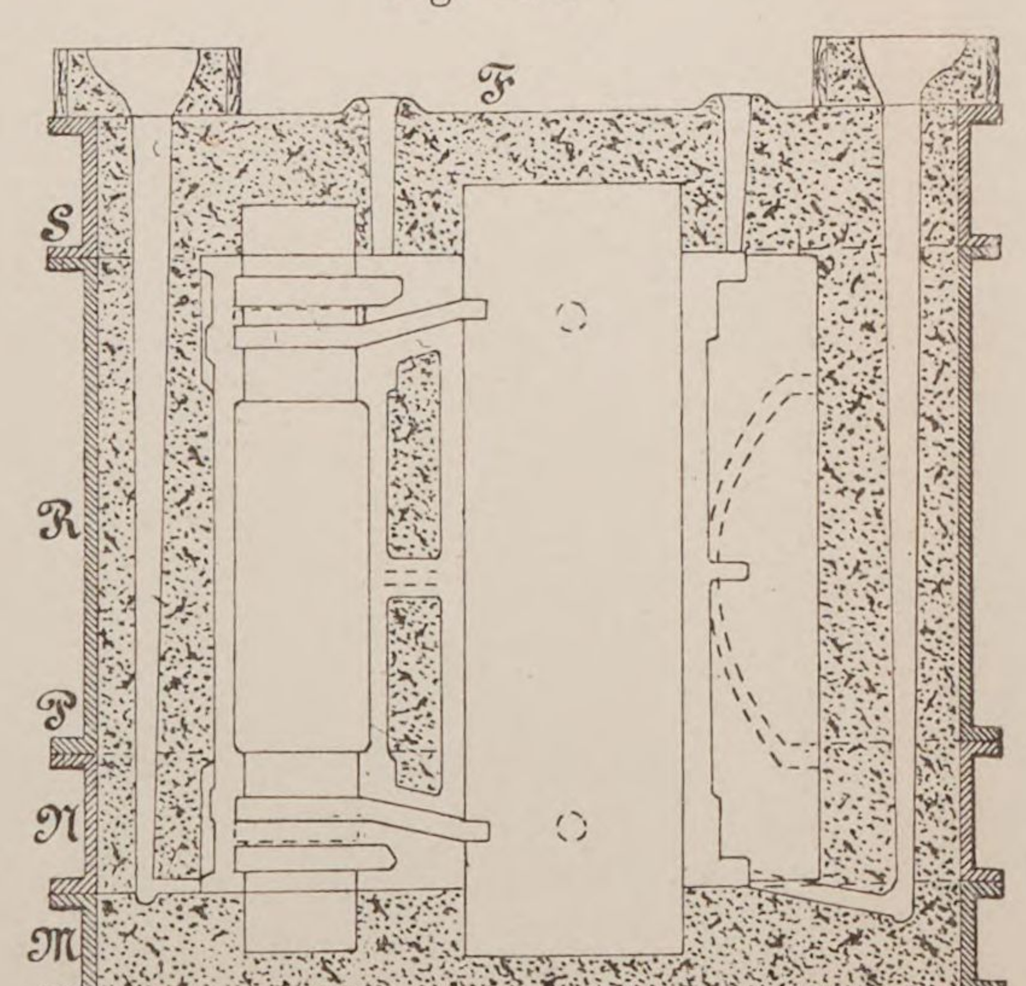


Fig. 132a.

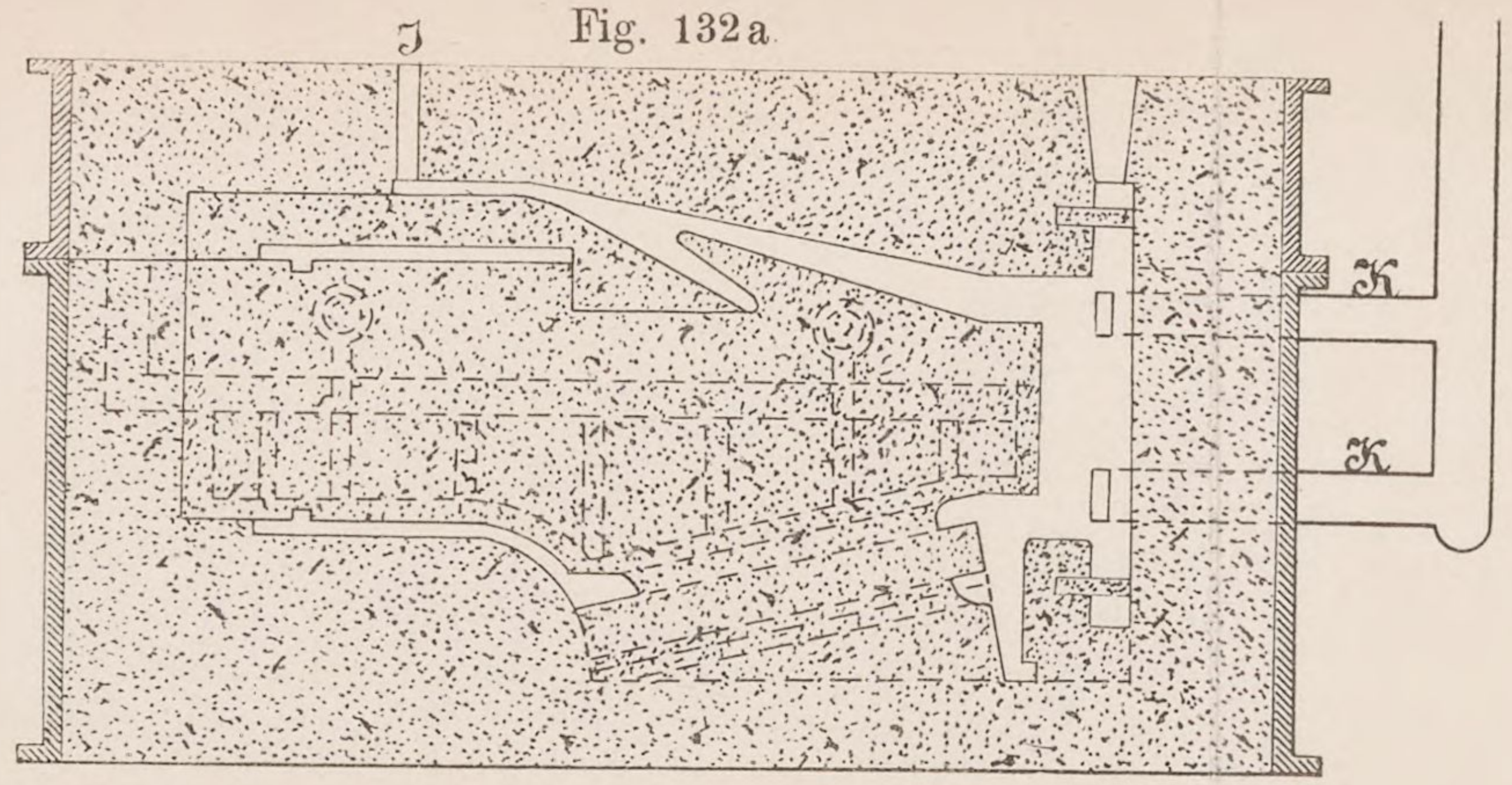


Fig. 132b.

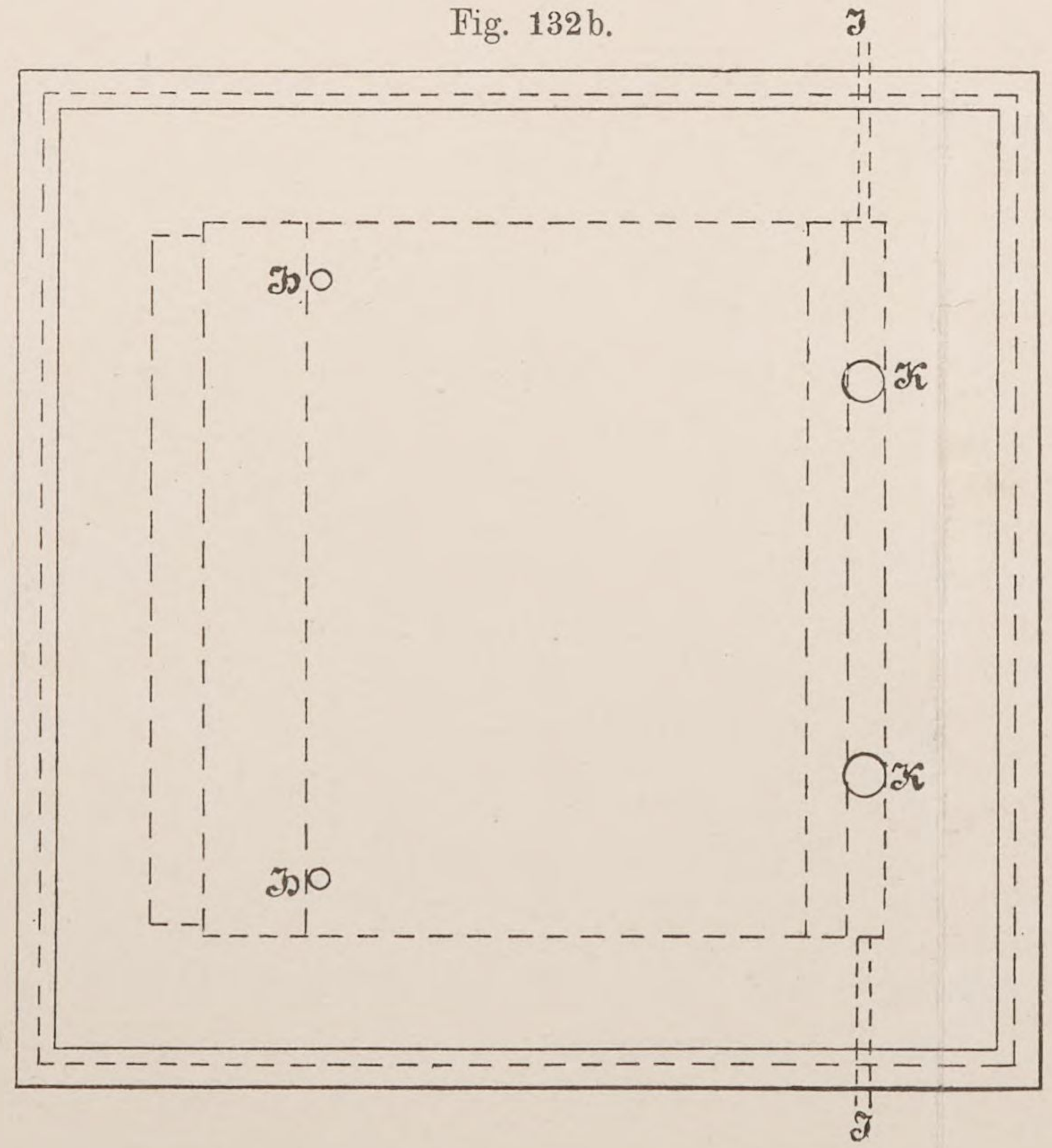


Fig. 133.

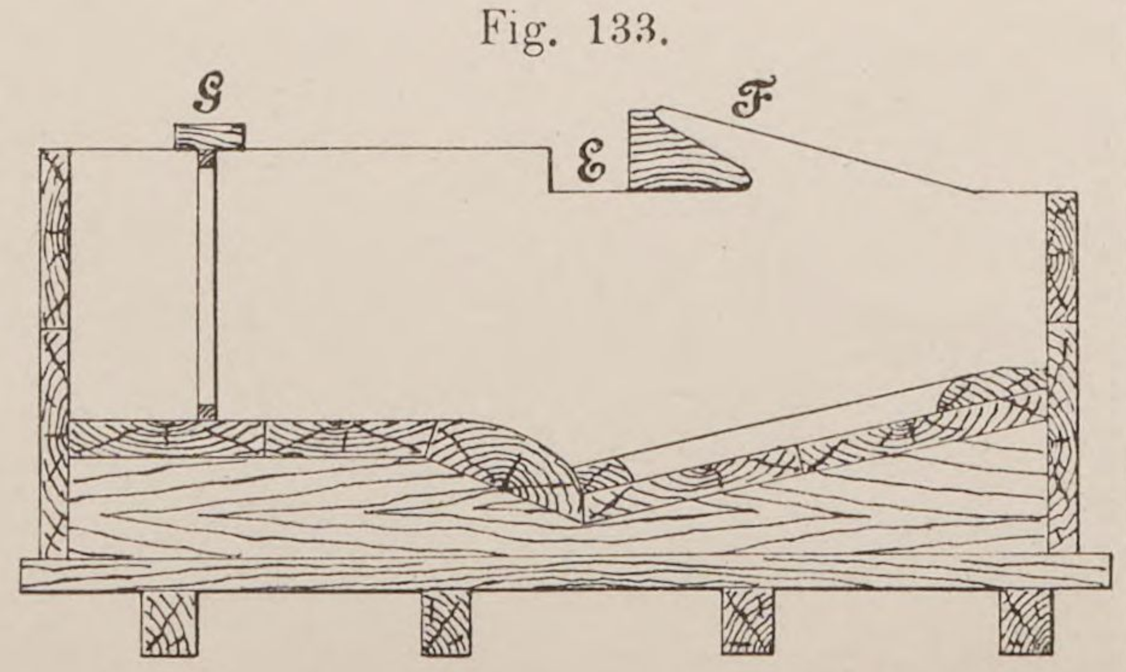


Fig. 131a.

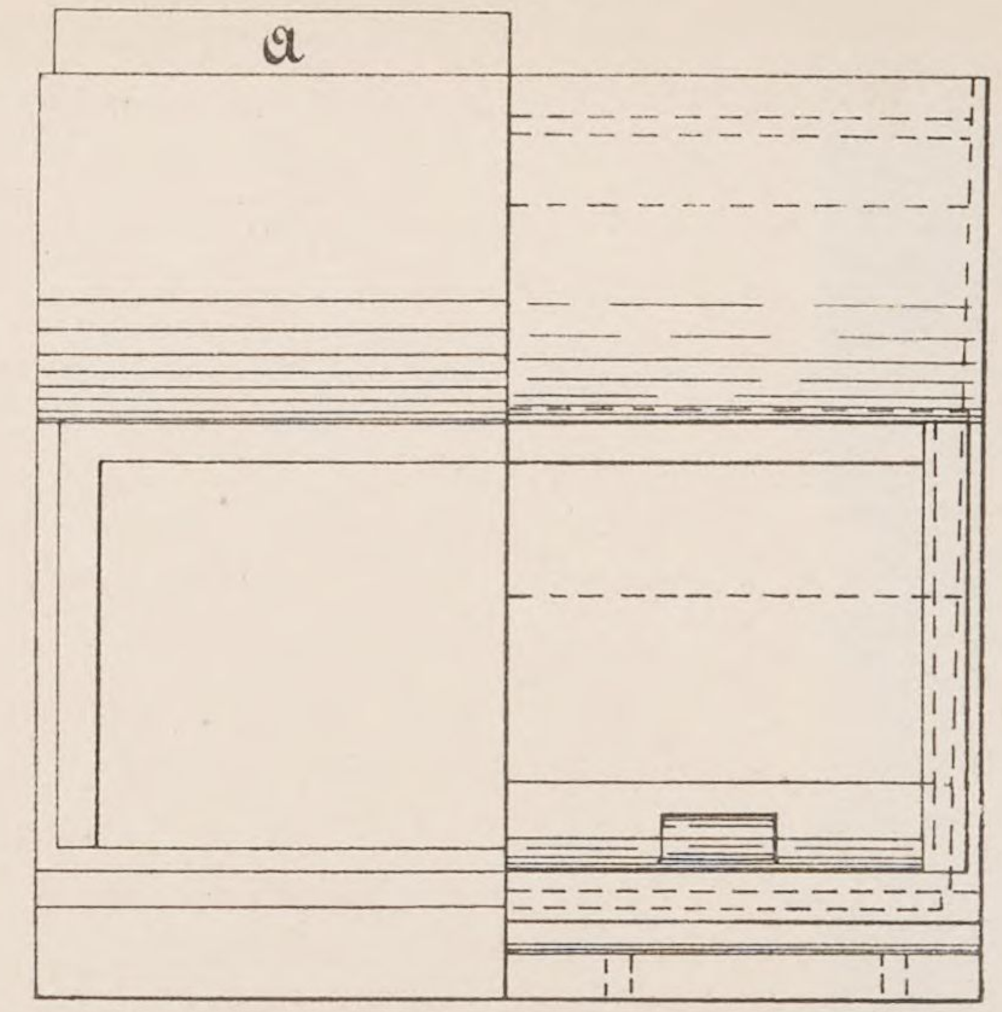


Fig. 131b.

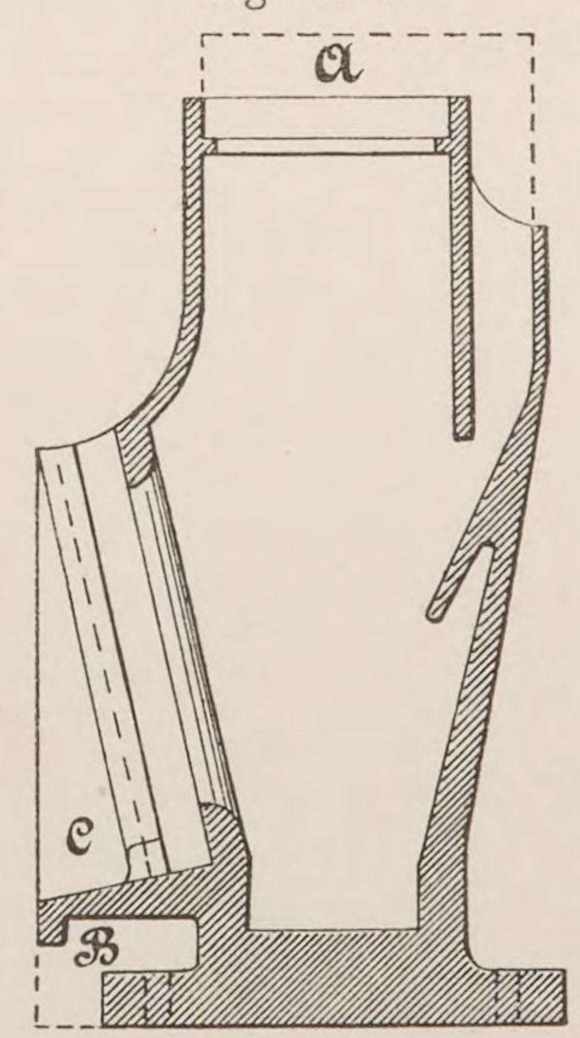


Fig. 135.

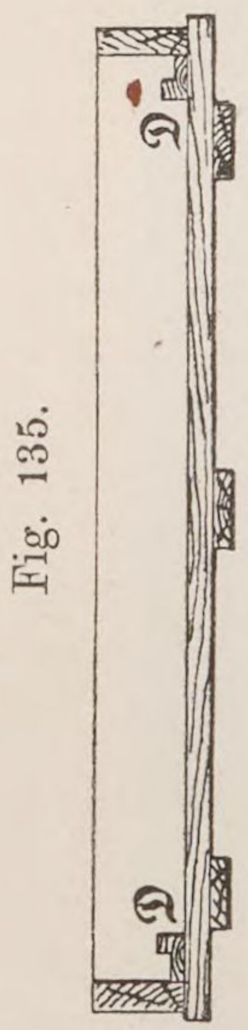
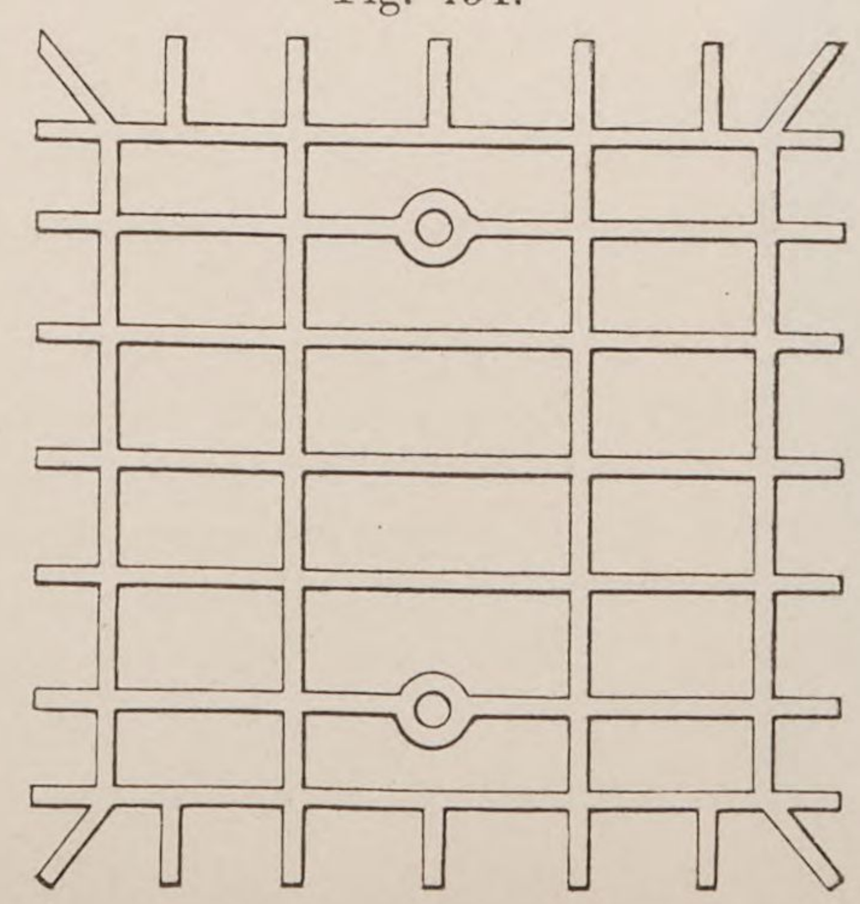


Fig. 134.



Die Fig. 1—10 beziehen sich auf die Darstellung eines Doppelwandcylinders für Compressoren, aus zwei in einander gesteckten Cylindern bestehend, von denen jeder besonders gegossen und bearbeitet wird.

Während Fig. 1—3 die fertigen Gegenstände im Querschnitte, Längsschnitte und Ansicht wiedergiebt, stellen Fig. 4 u. 5 das Modell, Fig. 6 u. 7 die Form des Innencylinders dar. Weiter verdeutlichen Fig. 8 das Modell des Aussencylinders und die Fig. 9 u. 10 die Form für sich und mit eingezeichnetem Modell, während Fig. 11—13 einen Kernkasten vorstellen, der zum Schieberkastenansatze gehört.

Die Fig. 14—21 beziehen sich auf einen Locomotivcylinder, wovon Fig. 14 u. 15 Längsschnitt und Ansicht des fertigen Stückes, Fig. 18, 19 u. 20 Seitenansicht, Vorderansicht und Oberansicht des Modelles, Fig. 16 den eigenthümlichen Kernkasten für den Theil der Form darstellen, der in Fig. 17 rechts unten liegt und auch die äussere Fläche des Dampfauslasses abbildet.

In der Modellskizze Fig. 19, sowie in Fig. 17 ist die Kernmarke mit *a* bezeichnet.

In welcher Weise noch die ausgedehnte Anwendung von Kernen bei zusammengesetzterer Kastenformerei in Masse stattfinden kann, erhellt aus den auf einer Texttafel vereinten Fig. 131—135, die sich auf die Herstellung eines in amerikanischen Gold- und Silberwerken viel gebrauchten Pochtroges beziehen.

In Fig. 131a ist eine Vorderansicht, in Fig. 131b ein Querschnitt des Gegenstandes dargestellt, während in Fig. 132a ein Querschnitt durch die fertig zusammengesetzte Form, in Fig. 132b die obere Ansicht des Formkastens mit Eingüssen *II*, Steigern *KK* und Lüften *HH* wiedergiebt.

Die Eingüsse sind natürlich wirklich innerhalb des Kastens angebracht zwischen Wand und Formhöhlung, nicht, wie in Fig. 132a schematisch angedeutet, ausserhalb.

Fig. 133 stellt den Kernkasten für die ganze Höhlung des Troges dar, Fig. 134 das gitterförmige Kerneisen, welches sich auch noch in Fig. 132a punktirt angedeutet findet, und Fig. 135 einen Hülfskernkasten für den in der rechten unteren Ecke des Kernschnittes Fig. 132a angedeuteten Kern des Raumes zwischen Ablauffläche und Fussflansche des Troges, welcher Raum in Fig. 131b mit *B* bezeichnet worden ist.

Ausser diesem Nebenkerne ist noch ein zweiter, der die Rahmenöffnung des Troges mit Falzen u. s. w. nachbildet, nothwendig, ferner ein dritter, der die Doppelwand Fig. 131b rechts oben wiedergiebt.

Die Quelle giebt noch an, dass man den Hauptkern in Kasten Fig. 133 aus gewöhnlichem Sande machen könne, die Nebenkerne aber der besseren Haltbarkeit wegen aus Masse. Es wird sehr auf die Beschaffenheit des Sandes selbst hierbei ankommen, um zu entscheiden, wie weit man darin gehen kann. (Mullin a. a. O. S. 130.)

Das Einformen massiver Theile in fettem Sande oder Masse wird in den Fig. 136 u. 137 verdeutlicht, von denen Erstere die Form eines Walzwerks-Kupplungsgetriebes, die zweite aber die Form einer leichten Walze für Metallbearbeitung u. s. w. vorstellt. Es sind dergleichen compacte Gegenstände, zu denen Modelle wegen der häufigen Nachfrage unentbehrlich erscheinen, in vielen Betrieben die Hauptobjecte der Masseformerei.

Sie werden meistens in Kasten geformt, die nach einer anderen Fläche getheilt sind, als nach der Hauptachse des Gegenstandes; die letztere Theilung verursacht stets die Bildung einer Naht längs des ganzen Gegenstandes, die bei einem oft unbearbeitet verwendeten Gegenstande mit äusserer Arbeitsfläche bedenklicher ist, als bei einem Cylinder, dessen Arbeitsfläche innen liegt und um einen ganzen Kern erstarrt ist, auch noch bearbeitet wird. Bei den Kupplungsgetrieben mit versetzten Zähnen, wie das in Fig. 136 abgebildete, muss die Form und das Modell in der Mitte getheilt sein, um die

Fig. 136.

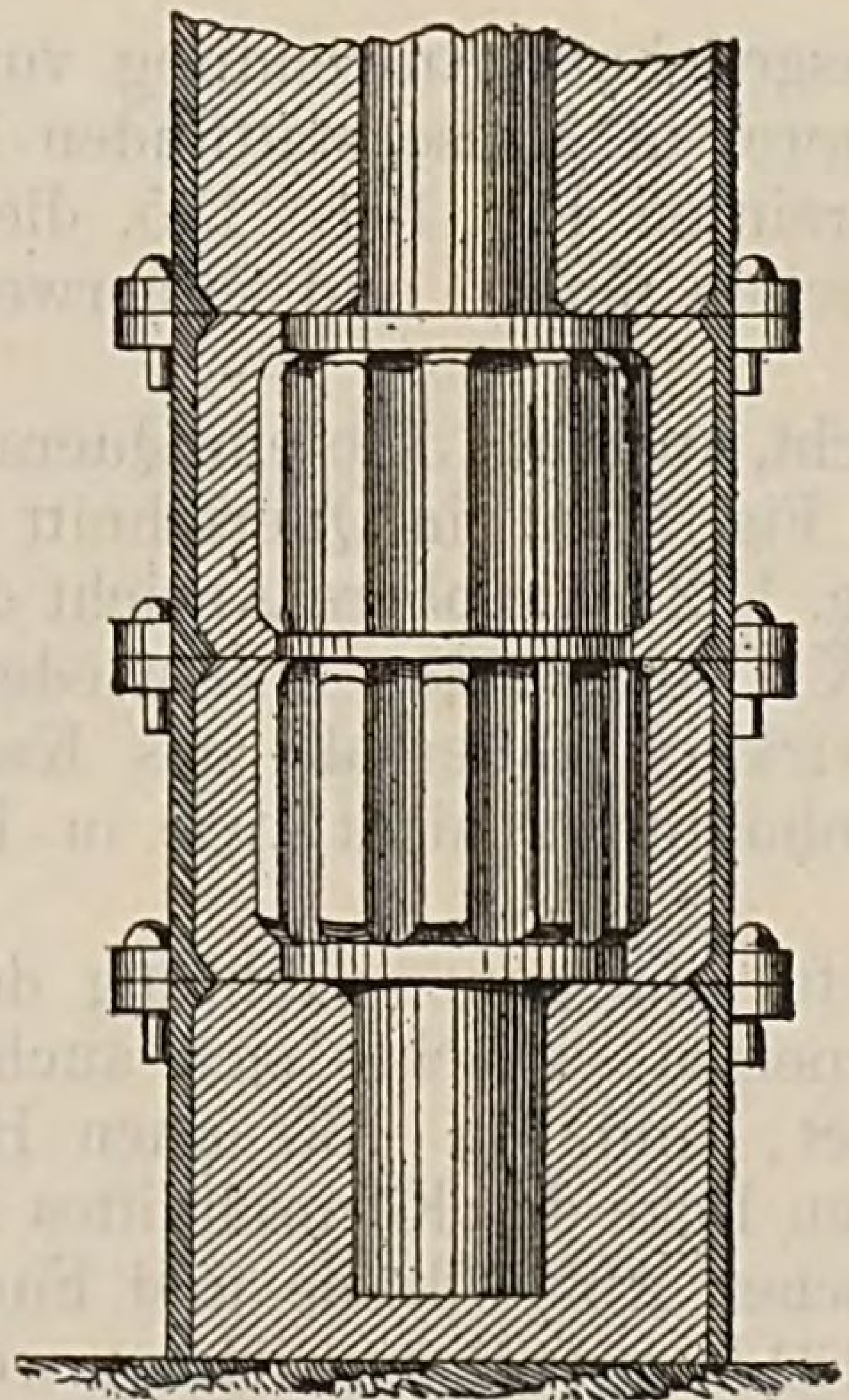
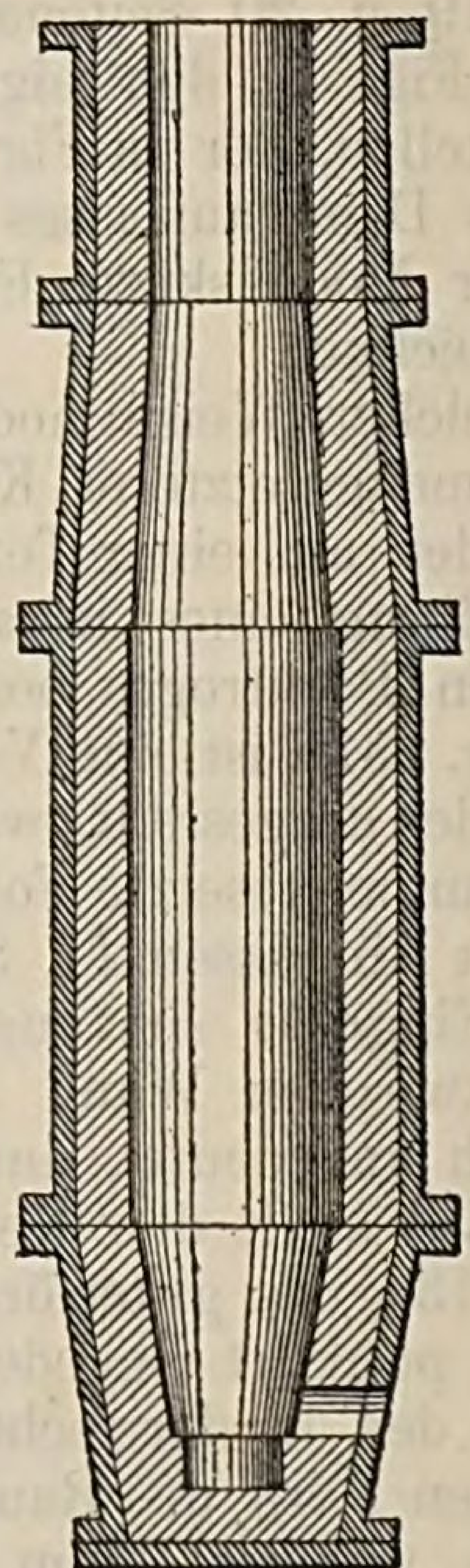


Fig. 137.



beiden Getriebstheile entfernen zu können; die Zapfen lassen sich auch leichter herausnehmen, wenn die Getriebskörper erst entfernt sind.[1]) Deshalb ist die Form eine viertheilige, wobei der oberste Theil möglichst lang zu nehmen ist, um den verlorenen Kopf unterzubringen (der auf der Zeichnung fortgelassen ist). Man kann auch einen besonderen Formkasten, mit gewöhnlichem oder grünem Sande ausgefüllt, als Form des verlorenen Kopfes gebrauchen, da es ja nur auf das Vorhandensein einer flüssigen Metallsäule ankommt. Das Gleiche gilt von den Walzen, obwohl hier die Längstheilung, der nachherigen Bearbeitung wegen, angewandt werden kann und auch angewandt wird. Für kleine Walzen ist indess die in Fig. 137 gegebene

1) Die Herstellung dieser und anderer Getriebe erfolgt heute sehr häufig mit Maschinen und ohne Modell, wodurch Zusammensetzung und Anordnung ganz andere werden.

Anordnung die maassgebende. In beiden Fällen, beim Getriebe sowohl als bei der kleinen Walze, findet der Eintritt des flüssigen Eisens von unten her statt.

Gewöhnlich schneidet man den Einguss so, dass er tangential zur Oberfläche des Untertheiles der Form auf diese trifft und das Aufwirbeln des Eisens in derselben verursacht, welches alle Unreinigkeiten in der Mitte zusammenführt.

Für gewöhnlichere Gegenstände, z. B. Spindeln u. s. w., ist trotz der Aehnlichkeit in der Gestalt doch nicht die gleiche Eingussdisposition nothwendig, wie bei den kleineren (und grösseren) Walzen. Besonders wichtig ist die Vorsicht bei allen glatten Walzen, weil dieselben gleichmässiger sein müssen und nicht so stark abgedreht werden können, als die glatt gegossenen kleineren Kaliberwalzen, bei denen unbedeutende Oberflächenfehler nicht mit gleicher Wahrscheinlichkeit das Verwerfen der Walze nach sich ziehen können.

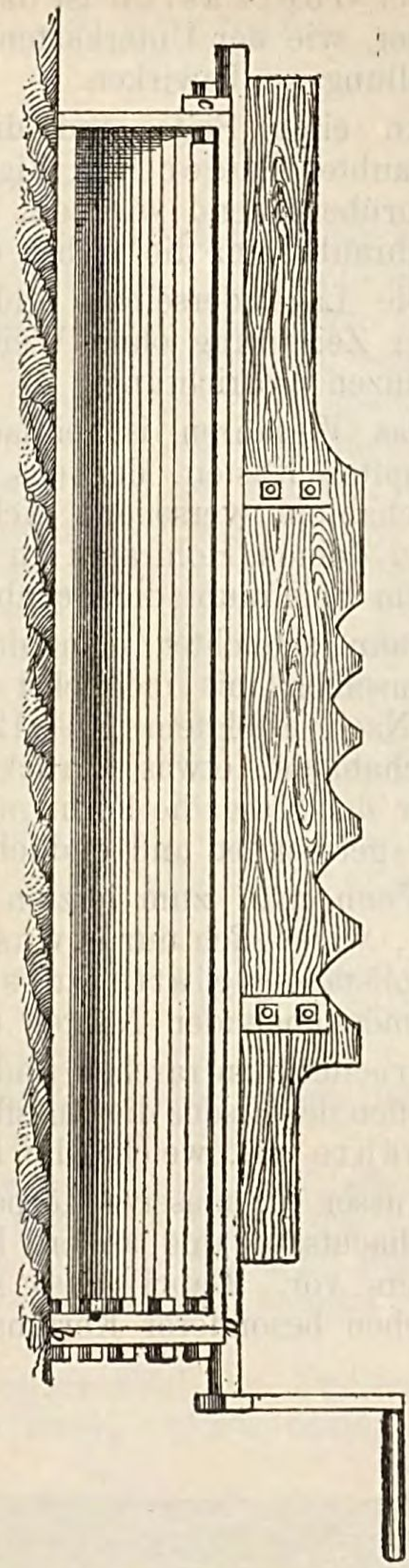


Fig. 138 a.

b) Kastenformerei in Masse mit Schablonen.

Es giebt unter den Aufgaben des Massegusses eine Menge von Stücken, die sich durch Rotiren von Profilen herstellen lassen. Besonders gehören dahin die grossen Walzen, Wellen, manche Rohre, sogar Geschütze ohne Zapfen u. s. f.

Für solche Dinge ist es oft wünschenswerth, eine dauerhafte Form rasch und sicher und ohne Modell herzustellen, und man hat deshalb an vielen Orten gleichzeitig den Versuch gemacht, in gestampfter Masse mit Hülfe von Schabonen und eigenthümlichen Kasten solche Formen auszudrehen.

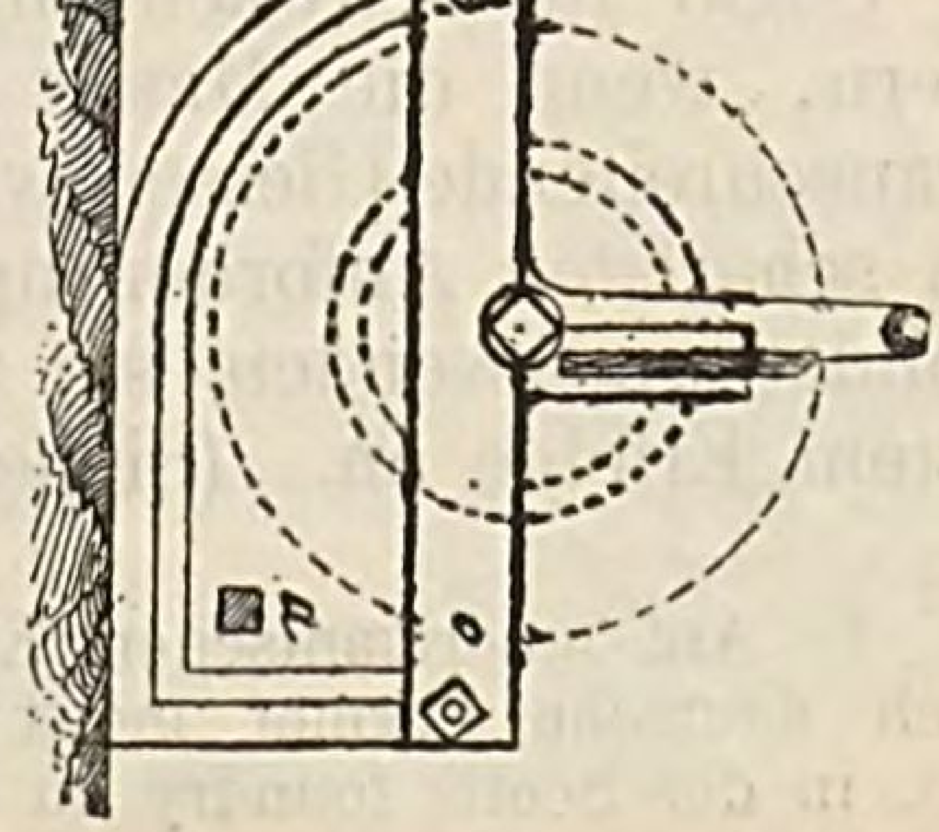


Fig. 138 b.

Eine solche Kastenhälfte ist in Fig. 138 a und b dargestellt; aus Letzterer geht hervor, dass der Kasten nicht kreisrund ist, sondern dass sein Querschnitt aus einem Viertelkreise und einem Quadrate aus dem Radius desselben besteht, um den Einguss in der dadurch gebildeten Ecke (bei *a*) unterzubringen.

Der Oberkasten ist dagegen von halbkreisförmigem Querschnitte, hat aber, wie der Unterkasten, quadratische Flanschen, um eine sichere Aufstellung zu bewirken.

An einer Seite sind die Kasten geschlossen durch einen angeschraubten Boden (*ab*, Fig. 138a), an der anderen Seite aber offen; nur vorübergehend wird ein Träger (*c* in Fig. 138a, *bc* in Fig. 138b) angeschraubt, um die Achse der Schablone einlegen zu können.

Die Lage derselben und die Schablonenbefestigung sind aus der Zeichnung ohne Weiteres verständlich, ebenso die Bewegung der ganzen Vorrichtung.

Das Verfahren ist einfach folgendes: Auf den mit Masse vollgestampften Kasten, der das Eingussmodell enthält, legt man die mit der Schablone versehene Achse und schneidet, von einer Seite anfangend, einen Hohlraum in die Masse, gross genug, um mit circa 1—2 cm Spielraum die Schablone passiren zu lassen.

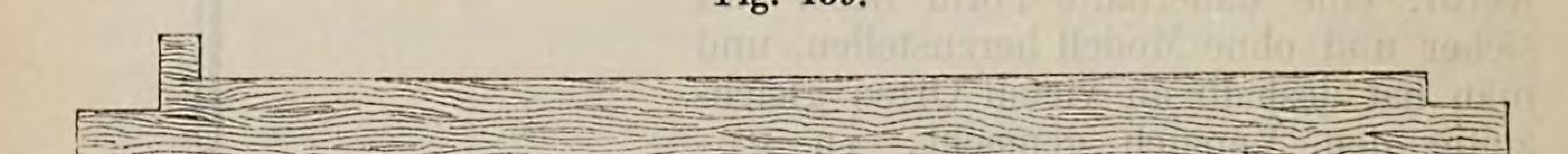
Dann schlichtet man das Ganze mit fettem Lehm und dreht in demselben mit möglichst wenig Wasser das Profil der Schablone aus. Nach erfolgtem 10—12stündigem Trocknen und Brennen wird die Schablone, etwas zurückgestellt, wieder eingelegt und nach Reparatur der Risse die Form mit ganz magerem Lehm fertig geschlichtet, wieder getrocknet und endlich geschwärzt.

Wenn man zum letzten Schlichten möglichst mageren Lehm nimmt, womöglich nur etwas plastisch gemachte Masse, bekommt man vollständig glatte Gussflächen, nur mit ganz feinen, netzförmig zusammenhängenden Nähten überdeckt.

Arbeitet man rascher und mit fetteren Substanzen, so zerreisst beim Auftreffen des Eisens die Gussfläche, und es bilden sich grobverzweigte Rissnähte aus, welche die Bearbeitung erschweren.[1])

Ausser für massive Körper ist diese Formmethode auch ausführbar für Schachtsatz- und andere Rohre; Fig. 139 stellt die Schablone eines Plungers vor. Dabei muss selbstredend der Lage des Kernes durch Eindrehen besonderer Kernmarken Rechnung getragen werden.

Fig. 139.



Sogar für schwachwandige Rohre kann die Methode gute Resultate liefern, wenn die Masse sorgfältig zubereitet wird; die rührige und voranschreitende Giessereiverwaltung auf Königin Marienhütte hatte den schärfsten Anforderungen gegenüber die Methode frühzeitig durchgebildet und wendete sie zur Darstellung von Wasserleitungsrohren mit bestem Erfolge an. (Siehe weiter unten Röhrenformerei.)

1) Auf amerikanischen Eisengiessereien sah der Verfasser die ganz gleiche durch deutsche Former meist eingeführte Formmethode 1893 in voller Thätigkeit, z. B. in der Scotts foundry zu Reading.

Diesem Werke dürfte es wohl zum ersten Male gelungen sein, teigige Masse, von grösster Magerkeit, mit der Schablone glatt und schön zu bearbeiten.

D. Lehmformerei.

Die Lehmformerei ist wohl von allen Arbeitsmethoden der Formennachbildung die älteste und im Princip einfachste; sie konnte aber bei der Entwickelung der Eisengiessereiindustrie nicht am Platze bleiben, weil sie viel zu kostspielig sich erwies und durch den unverhältnissmässigen Zeitaufwand nur von geringer Leistungsfähigkeit erschien. Sie wurde durch die Formerei in fettem Sande, besonders aber durch die gewöhnliche Sandformerei, bedeutend in den Hintergrund gedrängt und in ihrer Anwendung allmälig auf das heutige Gebiet derselben beschränkt. Die Vorzüge des Lehms als Formmaterial, d. h. seine Plasticität und seine Strengflüssigkeit (bei gehöriger Vorbereitung), sowie seine Härte im getrockneten Zustande rechtfertigen die Lehmformerei in allen Fällen, wo kein Modell, sondern Schablonen angewandt werden dürfen, wo complicirte Formen in bedeutenderer Ausdehnung wiederzugeben sind, wo endlich bei sehr schweren Stücken grössere Massen von Gusseisen in den Oberflächen der Objecte eingeschlossen sind und dadurch an die Feuerbeständigkeit sowohl als an die Festigkeit der Formtheile bedeutende Ansprüche machen.

Soll die Lehmformerei mit ökonomischem Vortheile betrieben werden, so müssen die Gegenstände, welche man in dieser Weise herstellt, entweder einfache Formen haben, namentlich solche, die

durch Rotiren an Profilen sich herstellen, oder solche, die durch Aufmauern planer Flächen sich combiniren lassen;

oder complicirtere Formen von solchem Umfange, dass die Modellkosten sehr beträchtlich ausfallen und dass wegen der erforderlichen Haltbarkeit der Form (auch mit Modell) dann der Lehm oder mindestens die fette Masse als Material benutzt werden mussten.

Es schliessen sich daran die vereinzelten Fälle der Kunstgiesserei in Lehm, welche mit der Anwendung der Masse vielfach combinirt und ausgebildet worden ist.

Ein absolut gleiches Verfahren der Lehmformerei giebt es für alle Fälle nicht; jeder einzelne Fall, je nachdem mit Schablonen, mit Schablonen und Modelltheilen, mit Wachs- oder Gypsmodellen u. s. w. gearbeitet wird, muss besonders behandelt werden.

Die Bestandtheile des Formmaterials sind zwar vorwiegend dieselben, doch die Behandlung der Mischungen weicht bedeutend ab. Im ersten Bande ist (S. 428) bei der Besprechung der Formmaterialien über den Lehm nur wenig mitgetheilt worden; ein so schwankender Bestandtheil des Bodens kann auch kaum zum zweiten Male gefunden werden, nur wird dieser veränderliche Charakter durch die allen Lehm- und Thonarten gemeinsame Plasticität so sehr gedeckt, dass jede Lehmart zur Formerei brauchbar ist. Es müssen ja doch erhebliche Vorbereitungen derselben erfolgen, ehe sie zur gewöhnlichen Verwendung taugt.

Nach dem bereits Angedeuteten und nach der Uebersicht der Formmethoden gruppiren sich die Arbeiten der Lehmformerei am besten wie folgt:

einfachere, auf Rotation von geraden, gekrümmten und gebrochenen Linien beruhende Formerei;

verwickeltere, auf symmetrischer und nichtsymmetrischer Anordnung von Elementarformen und der Combination mit Rotationsformen beruhende Formerei;

Kunstformerei mit Kernstücken in Lehm- und Gypsmänteln — Statuenformerei.

Glocken, Kessel aller Art, einfache, ohne Seitenstutzen u. s. w. geformte cylindrische Körper, Rohre mit Muffe und Flansch, Walzen u. s. w. formt man mit Schablonen und durch Ab- oder Ausdrehen.

Maschinentheile, Balanciers (soweit solche überhaupt noch aus Gusseisen bestehen), schwere Räder (desgleichen), Cylinder mit Dampfkanälen, Ventilhülsen u. s. w., viele Gasreiniger, Skrubber u. s. w. formt man theils mit Schablonen, durch Drehen und Ziehen nach Führungen, theils mit Modellstücken, die an passenden Stellen in die Form gesetzt werden.

Statuen, überhaupt ornamentirte, aus einem Gusse herzustellende Dinge formt man entweder über einem in der Form zerstörbaren Modelle oder man arbeitet mit Kernstücken auf einem vollkommen festen Modelle, das höchstens in Stücke zertheilt wird, die eine Zusammensetzung einzelner Gusstheile zum fertigen Objecte bedingen müssen. Diese Auskunft wird angewandt, um stark vorspringende Theile abzulösen und leichter zu vollenden, als in Verbindung mit dem ganzen Gegenstande.

a) Von der einfacheren Lehmformerei.

Das Princip der einfachen Lehmformerei, des Drehens in Lehm, besteht in der Anwendung von zwei Schablonen, die um eine und dieselbe Achse rotiren, also in allen Ebenen, welche normal zu den Achsen liegen, concentrische Kreise beschreiben.

Die eine dieser Schablonen bildet die Innenfläche des Körpers aus, die andere die Aussenfläche; dieselben brauchen nicht parallel zu sein, sie müssen nur die gleiche Achse haben. Es können die Wandungen des Körpers (wenn er hohl ist) demnach ungleich stark sein, ohne die Anwendung des Princips unmöglich zu machen.

Die Führung der Arbeit, wie auch die Bildung der Schablonen ist bei der einfachen Lehmformerei zweierlei Art.

Die einfachere und ältere Methode beruht auf der Bildung einer falschen Eisenstärke und der Anwendung hohlgeschnittener Schablonenflächen für die Höhlung des Gegenstandes. Es wird hierbei zunächst die Innenfläche hergestellt, dann die Eisenstärke aus Lehm aufgetragen (trennbar natürlich von Kern und Mantel) und schliesslich auf diese Eisenstärke die Aussenfläche schablonirt, die dann übermantelt wird.

Die etwas unbequemere und neuere Methode, die weniger Zeit in Anspruch nimmt, arbeitet ohne Eisenstärke und gebraucht eine hohl-

geschnittene Schablone zum Kerne, während unabhängig hiervon mit einer convex geschnittenen Schablone der Mantel ausgedreht wird; beide müssen dann genau zusammenpassen.

Während man die erste Methode stets anwenden kann, beschränkt sich die Anwendbarkeit der zweiten vorwiegend auf solche Fälle, die einen ungetheilten Mantel gestatten, da sich ein solcher ausgedrehter Mantel schlecht zerschneiden lässt.

Sobald man den Mantel theilen muss, um ihn von der Schablone abziehen zu können, ist die erste Methode kaum zeitraubender und dazu weit sicherer; denn es ist schwer, eine grössere Anzahl Theile einer Lehmform vollkommen passend herzustellen.

Um den Kern einer Lehmform aufzubauen und um überhaupt die umfänglicheren Theile einer solchen herzustellen, ist es nothwendig, Lehmstücke in bereits lufttrockenem Zustande anzuwenden.

Es geschieht dieses:

einmal, um an Arbeit zu sparen, indem man die Luftziegel aus präparirtem Lehm durch Ziegelstreicher in Vorrath herstellen lassen kann;

dann, um an Trocknungskosten zu sparen, indem die Luftsteine nur wenig Wärme zu absorbiren haben, um den zum Gusse nöthigen Grad der Trockenheit zu erlangen;

endlich, um bei der Arbeit selbst eine bereits geschwundene, nicht mehr viel schwindende Masse zu benutzen und um dem Krummwerden durch Senken einer grösseren weichen Lehmmasse aus dem Wege zu gehen, die eine bedeutende Zahl von Ankern erfordern würde, um zu halten.

Die Anwendung von Luftsteinen ist deshalb überaus verbreitet.

Diese Steine werden aus nicht zu fettem Lehm gemacht und im gewöhnlichen Ziegelformate möglichst sauber (besonders zu grösseren Formen) hergestellt. Grössere Werke, die eigene Ziegeleien haben, können sie auf diesen machen lassen; sonst lässt sich ein Ziegelstreicher ausreichend für eine Lehmformerei beschäftigen. Diese Steine werden, wie schon angedeutet, nur lufttrocken vermauert und höchstens in der Darrkammer etwas getrocknet, nachdem sie an der Luft hart geworden sind. Sie dürfen nicht zu fest sein, sondern müssen im Gegentheil eine gewisse Porosität haben, sonst erschweren sie das Entweichen der Luft beim Giessen und verderben leicht das Resultat der Arbeit.

Die letztere Erfahrung, die sich von selbst erklärt, motivirt auch die beschränkte Anwendbarkeit wirklich gebrannter Steine bei der gewöhnlichen Lehmformerei. Wenigstens dürfen solche in keinem Falle zur Bildung von Kernen verwendet werden, viel eher zur Darstellung von Mänteln, die ja doch immer bestimmt sind, der Form wesentlich die geforderte Haltbarkeit zu geben und dem Drucke des flüssigen Metalles den hauptsächlichsten Widerstand zu leisten.

Das nächstdem zu erwähnende Hülfsmittel beim Aufbaue der Formen besteht in den eisernen Rüstungen oder Armaturen, die unmittelbar zum Aufbaue der Form benutzt werden und theils ihre Unterlagen, Böden und Decken, theils innere, in die Formmasse gelegte Streben, Spreizen und Stützen bilden.

Die allgemeinen Kennzeichen der Armaturen oder Rüstungen als bekannt voraussetzend, ist hier nur zu erwähnen, dass solche Armaturen von unnachgiebigem, möglichst starrem Charakter sein und deshalb aus starken Herdgussplatten bestehen müssen.

Um den Lehm leichter zum Haften zu bringen, ist in jedem Falle dafür zu sorgen, dass auf einer Seite Haken oder Vorsprünge eingegossen oder dass sie in irgend einer anderen Weise geeignet gemacht werden, den Lehmüberzug festzuhalten.

Die gewöhnlichste Form für Armaturplatten zu Schablonenarbeiten ist die ringförmige; die kleineren Durchmesser giesst man auch wohl voll bis auf eine 6—8 Zoll grosse kreisförmige Oeffnung in der Mitte. Diese ist immer erforderlich, um die Kernluft abzuführen; ausserdem aber durchlöchert man die übrige Fläche noch mehrfach, um auch zum Ableiten von Luft und Gasen Gelegenheit zu haben, wenn Mäntel auf den Platten aufgemauert werden.

Die Radien der Platten und Ringe richten sich in ihren Abmessungen nach den verlangten Gegenständen. Doch gestattet die Breite der Ringe, eine grosse Anzahl von Formenweiten mit einem relativ geringen Inventar von Ringen und Platten herzustellen.

Wenn Mäntel und Kerne besonders aufgemauert werden, sind Armaturen nothwendig, die genau zu einander passen, im anderen Falle genügt eine Armatur für Mantel und Kern.

Das Letztere findet der Regel nach bei den nach der älteren Methode zusammengestellten Formen statt, während bei einer getrennten Bearbeitung von Kern und Mantel zwei Armaturstücke vorhanden sein müssen, welche zu einander in genauester Beziehung stehen.

Noch ist als eines wesentlichen Theiles der Vorbereitungs- und Hülfsmittel bei der Lehmformerei der Drehvorrichtungen, Spindeln u. s. w. Erwähnung zu thun, welche in verschiedener Ausstattung vorhanden sein müssen, um allen Ansprüchen der Formerei zu entsprechen.

Die Schablonen werden in Spindeln eingespannt, ähnlich wie dieses Seite 277, Fig. 138a u. b für die Walzen- und Plunger-Schablonen angedeutet worden ist, und werden diese Spindeln in verschiedener Weise ein- oder festgelagert.

Einige Giessereien beschränken sich darauf, in den Darrkammern, wo vielfach gearbeitet wird, um die feuchten Formen nicht bewegen zu müssen, Lagerkästen im Boden der Kammern und Lagerbänder an den Gewölbebalken der Darrkammern anzubringen; die Spindeln werden aus zwei Stücken hergestellt, die sich zusammenschieben, auseinanderziehen und dadurch leicht einlagern lassen.

Neuere Giessereien haben die Arbeit aus den Darrkammern heraus vor dieselben verlegt, um die Darrkammern ununterbrochen benutzen zu können. Es sind dann, wie z. B. in Seraing bei Lüttich, Wandlager angebracht, welche die Spindeln führen. Diese Lager sind so eingerichtet, dass sie die Spindeln ohne Hülfe eines anderen Lagers hinreichend fest zu führen im Stande sind; der bekannte Giessereichef Résimont in Seraing hat ferner die Lager so disponirt, dass sie sich drehen und wenden lassen, so dass die Spindeln jede beliebige Neigung zur Vertikalen einnehmen können. Es wird dadurch möglich, zusammen-

gesetzte Körper, die aus einzelnen Rotationsflächen bestehen, zu formen, ohne die Formen theilen zu müssen.

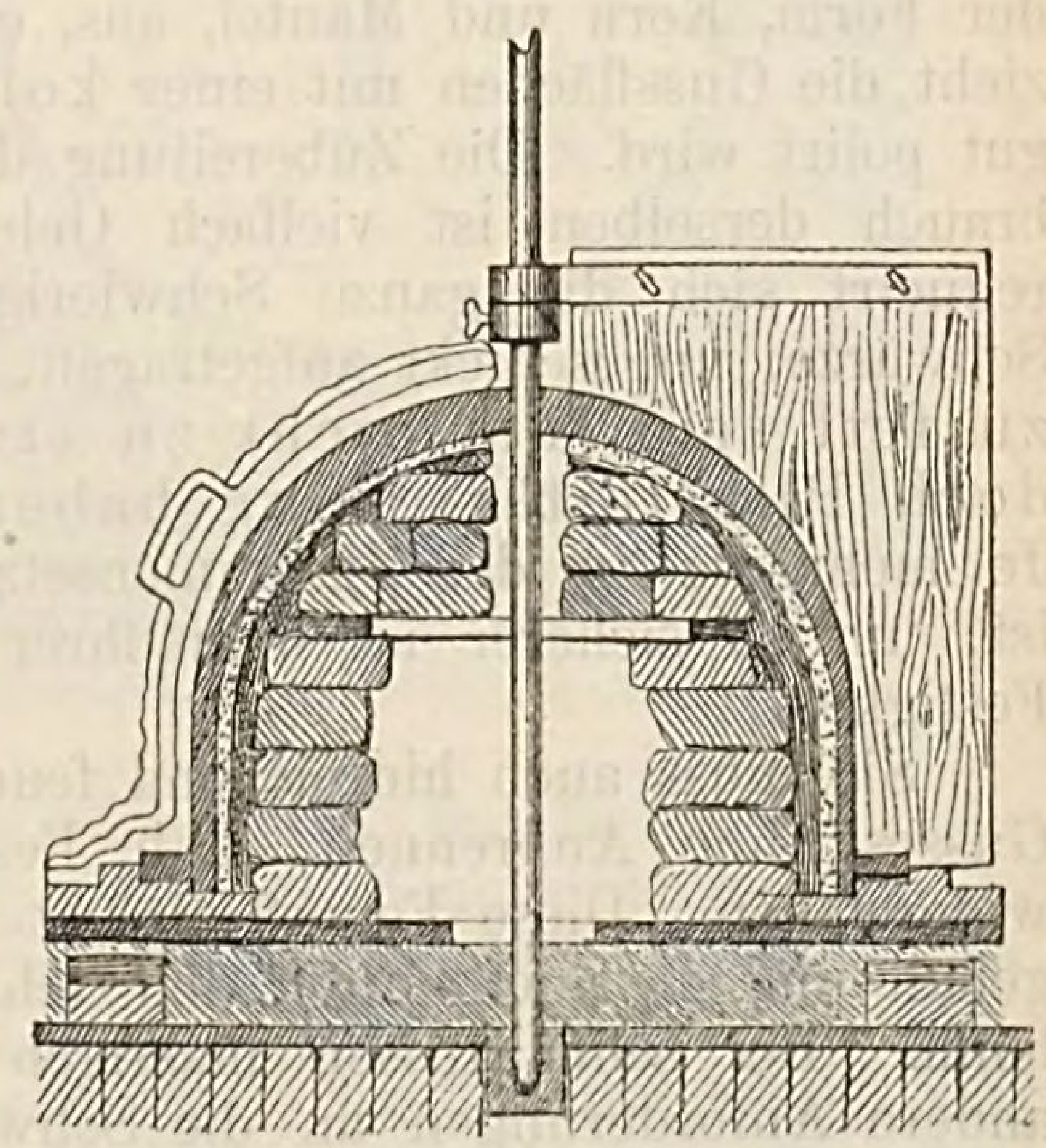
Eine solche nicht theuere Einrichtung ist für alle Rohrverzweigungen sehr wichtig, denn sie gestattet eine gleichmässige Behandlung des Trockenprocesses der Form, während bei ursprünglich getheilter Form es nothwendig sein würde, die getrockneten Einzeltheile wieder zusammenzukleben und diese Fugenmassen dann wieder zu trocknen. Die Ungleichheit des Schwindens bei ungleich wiederholter Trocknung macht sich in solchem Falle sehr bemerklich und ist kaum auszugleichen oder zu vermeiden.

Andererseits ist es schwierig, freiliegende und an einem Ende geführte Spindeln so zu betreiben, dass sie nicht in schwingende Bewegung gerathen; verstell- und verlegbare Hülfslager würden sich in solchem Falle wohl bewähren.

Alle diese besonders construirten Hülfsvorrichtungen zur Lehmformerei, wie z. B. auch die Anwendung von Longitudinalbewegungen der Schablone, um bei gleichzeitiger abhängiger Drehung eine Schraubenlinie ziehen zu können (wie sie Ingenieur Glauer auf der Giesserei der Hamburg-Magdeburgischen Dampfschifffahrts-Actiengesellschaft u. s. w. zu Buckau-Magdeburg seiner Zeit angewendet hat), rechtfertigen sich nur bei speciellem, auf Lehmformerei vorzugsweise gerichtetem Betriebe.

Das allgemeine Formereiverfahren beim Lehmgusse ergiebt sich aus der folgenden Schilderung, welche sich auf die Herstellung zweier Formen eines Kessels mit umgekehrter Stellung und eines Kessels mit hängendem Kerne bezieht. Die Formen sind in Fig. 140 und 141 im Durchschnitte dargestellt und so gezeichnet, als wären sie bereits mit Eisen vollgegossen.

Fig. 140.



Bei dem Kessel Fig. 140 liegt der einfachere Fall vor, dass Kern **und** Mantel, durch die vorher erwähnte falsche Eisenstärke vermittelt, an einer Spindel gedreht werden. Der Kern, als der schwieriger zu bewegende Theil, bleibt beim Ausschlagen der Eisenstärke stehen und der Mantel ist abnehmbar. Infolgedessen beginnt man mit dem Drehen des Kernes, dessen Körper aus Luftsteinen zusammengesetzt und zum Ueberdecken der innen bleibenden Höhlung in der oberen Hälfte mit Eisenstreben verankert ist, welche, kreuzweise und doppelt gelegt, die Spindel oben durchlassen. Nachdem die Kernfläche durch einen fetten Lehmbeschlag roh hergestellt worden ist, schlichtet man sie mit magerem, dem eigentlichen Formlehm, ab und dreht mit Wasser recht sauber die Aussenfläche ab. Nachdem die Form in diesem Zu-

stande eine erste Trocknung erfahren, bestreicht man die Fläche mit einem Isolirmittel, gewöhnlich Asche in Wasser suspendirt, und trägt in Formlehm die Eisenstärke auf, welche wiederum getrocknet und isolirt werden muss.

Die Zusammensetzung des Mantels erfolgt ohne Schablone, aber auch ohne vorläufige Wegnahme der Schablonenachse. Zunächst sind aus Schmiedeeisen Stäbe zu biegen und anzupassen, welche dem Mantel Haltbarkeit geben und auch Handhaben zum Transporte des Mantels resp. der Manteltheile bieten sollen. Diese Stäbe, gewöhnlich normal zum Kesselrande gestellt, werden gegenseitig durch Draht oder bei grösseren Güssen durch Bandeisenreifen verbunden, auch wohl besonders verschraubt oder vernietet.

Man muss hierbei sorgfältig Acht haben, dass die Querverbindungen nicht durchgehen, sondern die Theilung des Mantels in zwei Hälften (nach einem der grössten Kreise) zulassen.

Um die nachherige Zusammensetzung der Mantelstücke zu ermöglichen, erhalten die horizontalen Bänder gewöhnlich aufgebogene Enden, die durchlöchert sind und mit Schrauben gegen einander gezogen werden, oder sie werden in anderer Weise geeignet gemacht, eine gegenseitige Verbindung fest herzustellen.

Der Mantel wird zunächst auf der Oberfläche der Eisenstärke aus Formlehm gebildet, dann wird fetter Lehm genommen und in diesen werden die Rüstungstheile eingedrückt, so dass noch immer ausreichender Zwischenraum bis zur Gussfläche bleibt.

Die Dicke des Mantels ist verschieden, je nach dem Umfange, namentlich aber der Masse des Gussstückes; sie kann lediglich durch Erfahrung festgestellt werden.

Nachdem der Mantel auf der Eisenstärke getrocknet ist, wird er in der oben angedeuteten Weise zersägt und abgenommen. Dann zerschlägt man die Eisenstärke, entfernt sie und putzt nun beide Theile der Form, Kern und Mantel, aus, ergänzt fehlerhafte Stellen und überzieht die Gussflächen mit einer kohlehaltigen Schwärze, die dann gut polirt wird. Die Zubereitung dieser Schwärze, wie auch der Gebrauch derselben ist vielfach Geheimniss der Formereien, indessen reducirt sich die ganze Schwierigkeit der Sache darauf, dass die Schwärze, ungeschickt aufgetragen, leicht abblättert. Sie darf nicht zu fett sein, um nicht zu stark zu schwinden, und muss doch Plasticität genug haben, um sich poliren zu lassen. Je mehr sie in der Zusammensetzung dem Formlehm selbst ähnlich ist, um so sicherer ist man ihrer Adhäsion an die Form und ihrer Festigkeit.

Sie muss auch hinreichend feuerbeständig sein, um der Hitze des Gusses ohne Anbrennen, d. h. Festschmelzen an dem Gusseisen, zu widerstehen. Diese Feuerfestigkeit verleiht man ihr durch den Kohlegehalt und oft auch durch den Gehalt an gebranntem, sandigem Formlehm. Bei sehr grossen massigen Stücken treten naturgemäss ganz andere Anforderungen an die Schwärze auf, als bei verhältnissmässig dünnwandigen Gegenständen.

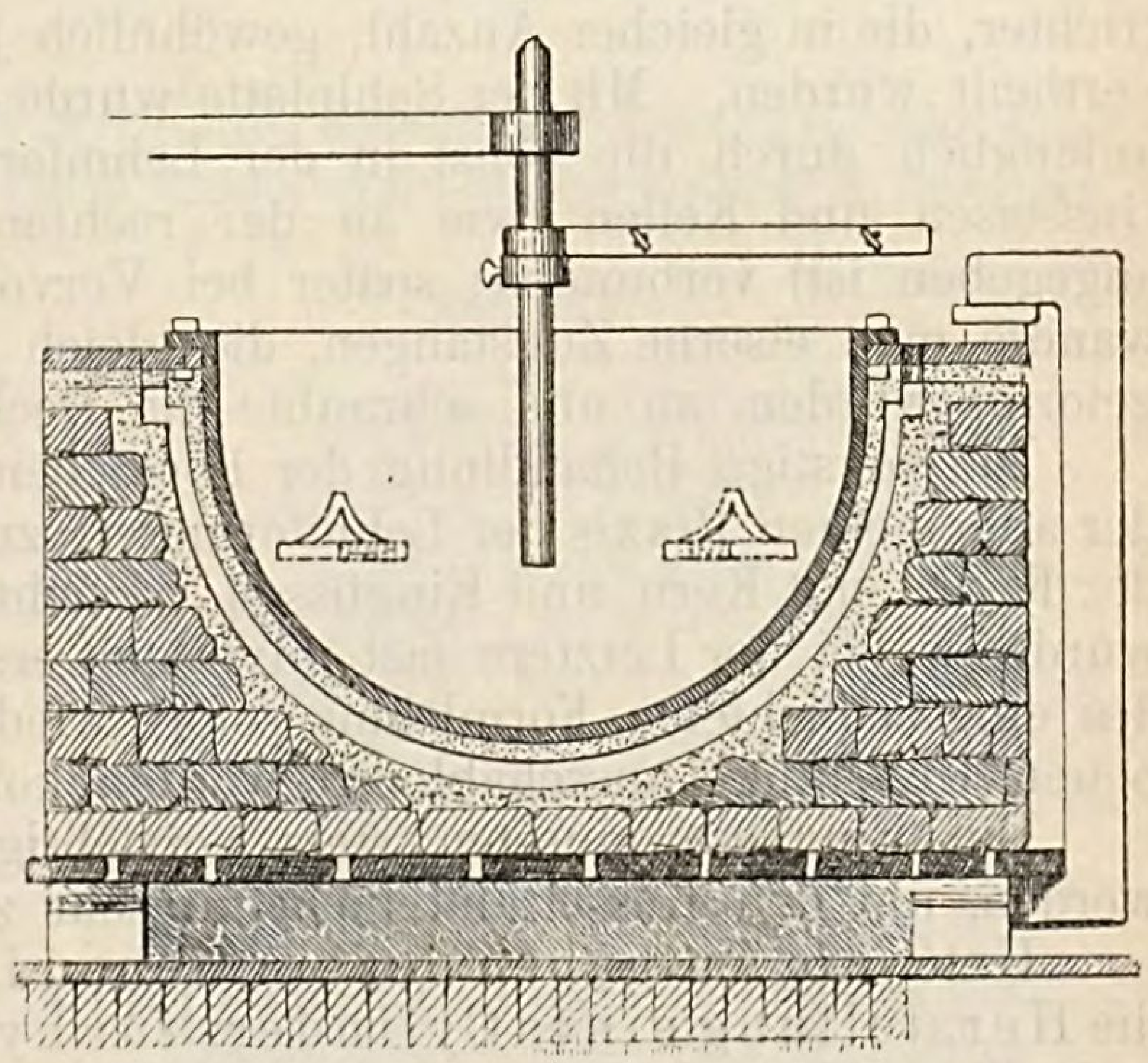
Im vorliegenden Beispiele genügt eine fein zerriebene Formlehmschlichte, der man durch Kleister die ausreichende Bündigkeit giebt

und der man etwas Staub von schwer verbrennlicher Kohle oder Graphit beigemischt hat. Um sie besser auftragen zu können, netzt man die Formflächen, nach dem Abreiben der äusseren Haut, mit etwas lehmigem Wasser und trägt dann erst die Schwärze, nachdem sie gut umgeschüttelt ist, mit einem breiten Pinsel rasch auf und glättet sie.

Die fertige Form wird nun zusammengesetzt, nachdem man die Passflächen auf der Formplatte, das sogenannte Schloss und die Theilungsflächen des Mantels mit feinem Lehm bestrichen hat. Nachdem die Mantelstücke vollkommen fest an einander geschlossen sind, bringt man die ganze Form nochmals in Hitze, um die Schwärze, den Bindelehm und die etwaigen Ausbesserungen gut zu trocknen. Dann dämmt man sie so tief ein, dass nur die Kuppe des Kesselbodens, in welcher der Einguss sich befindet, heraussieht, belastet sie und macht mit möglichster Geschwindigkeit den Giesskanal, um ein Feuchtwerden der Form zu verhüten.

Beim Eindämmen ist vorsichtig zu verfahren, um in keiner Weise den Mantel zu gefährden, der ja vollkommen frei über dem Kerne sich wölbt und, ausser auf dem Schlosse der Grundplatte, nirgends aufliegt. Das Abgiessen kann mässig rasch geschehen und die austretende brennbare Luft darf erst dann entzündet werden, wenn sie eine so bedeutende Geschwindigkeit des Austretens hat, dass ein Rückschlagen nicht mehr zu befürchten steht.

Fig. 141.



Der Kessel Fig. 141 entspricht der Gestalt, welche die zu Entsilberungsarbeiten des Werkbleies benutzten Gefässe haben. Diese **Krystallisationskessel**, soweit man sie noch aus Gusseisen fertigt, werden unter Umständen benutzt, welche eine möglichst grosse Dichtigkeit des Eisens selbst und eine möglichst grosse Gleichmässigkeit des Kornes desselben erfordern.

Das flüssige Blei hat die Eigenschaft, das Eisen zu durchdringen und hindurchzurieseln, sobald das Gussmaterial nur im Mindesten weich und porös erscheint. Die Porosität braucht sogar nicht in anderer Weise bemerklich zu sein, um die Verwendbarkeit der Kessel sofort auszuschliessen. Der Betrieb der Entsilberungsarbeiten, sei es durch einfache Krystallisation oder durch Zink, Wasserdampf und andere Hülfsmittel, bedingt weiter ein jeweiliges Abkühlen und Wiedererhitzen der Schmelzgefässe. Dadurch entstehen natürlich wechselnde Zusammenziehungen und Ausdehnungen, welche in Verbindung mit der starken Inanspruchnahme der Gefässwände durch die Last des flüssigen Inhaltes eine durchaus

gleichmässige Textur neben einer bedeutenden Festigkeit des Eisens verlangen, um nicht zu Sprüngen Veranlassung zu geben.

Diesen Anforderungen gegenüber musste gleich bei der ersten Einführung dieser Gefässe (Oberschlesien 1863/64) die Methode verworfen werden, welche im Vorhergehenden geschildert worden ist und die für gewöhnliche Kessel vollkommen ausreicht.

Die Hauptaufgabe war nun, einen hinreichend leichten hängenden Kern herzustellen, und der Verfasser darf für sich und den damals in Gleiwitz beschäftigten Meister der Lehmformerei die Idee eines eisernen Kernkorbes als Eigenthum in Anspruch nehmen, wie er in Fig. 141 angegeben ist. Dieser Korb, mit kurzen Vorsprüngen oder Stacheln besetzt und mit Oeffnungen versehen, erhielt mittelst Schablonen einen 1—$1^1/_4$ Zoll dicken Ueberzug von fettem und magerem Lehm und wurde, nachdem er geschwärzt und abgeschlichtet war, in sehr kurzer Zeit getrocknet.

Der Mantel wurde, wie die Abbildung zeigt, aus Steinen auf einer runden, mit Löchern versehenen Sohl- oder Fundirungsplatte aufgebaut und ebenfalls nur auf geringe Stärke mit Formlehm ausgeschlichtet und mit einer Schablone an zweifach geführter hängender Spindel ausgedreht. Die Ohren des Kessels wurden mit Holzmodellen im Mantel eingeformt, wie in der Figur ebenfalls angedeutet ist.

Eine breite, an dem sphärischen Kernkorbe angeschraubte Auflageplatte vermittelte das feste Aufeinanderliegen von Kern und Mantel. Diese Platte hatte über dem Kesselrande die Löcher für Eingüsse und Steigetrichter, die in gleicher Anzahl, gewöhnlich je zu vier um die Peripherie vertheilt wurden. Mit der Sohlplatte wurde die genannte Kerndeckplatte anfänglich durch die sonst in der Lehmformerei üblichen Winkel von Gusseisen und Keilen (wie an der rechten Seite der Zeichnung auch angegeben ist) verbunden; später bei Vervollkommnung des Inventares wandte man eiserne Zugstangen, die gleich in der Ziegelmasse mit eingeformt wurden, an und schraubte die Deckplatte daran fest.

Die sonstige Behandlung der Form beim Gusse wich nicht ab von der allgemeinen Praxis der Lehmformerei; zu erwähnen bleibt nur, dass der Kessel mit Kern und Eingüssen vorsichtig aus dem Mantel gehoben wurde, wobei der Letztere fast unverletzt erschien und nach Entfernung des eingeschlichteten Formlehms sofort wieder benutzt, d. h. mit einem neuen Ueberzuge ausschablonirt werden konnte.

Die Eingüsse mussten stets vorsichtig abgehauen oder abgesägt werden, um den Kesselrand nicht zu sehr zu schwächen.

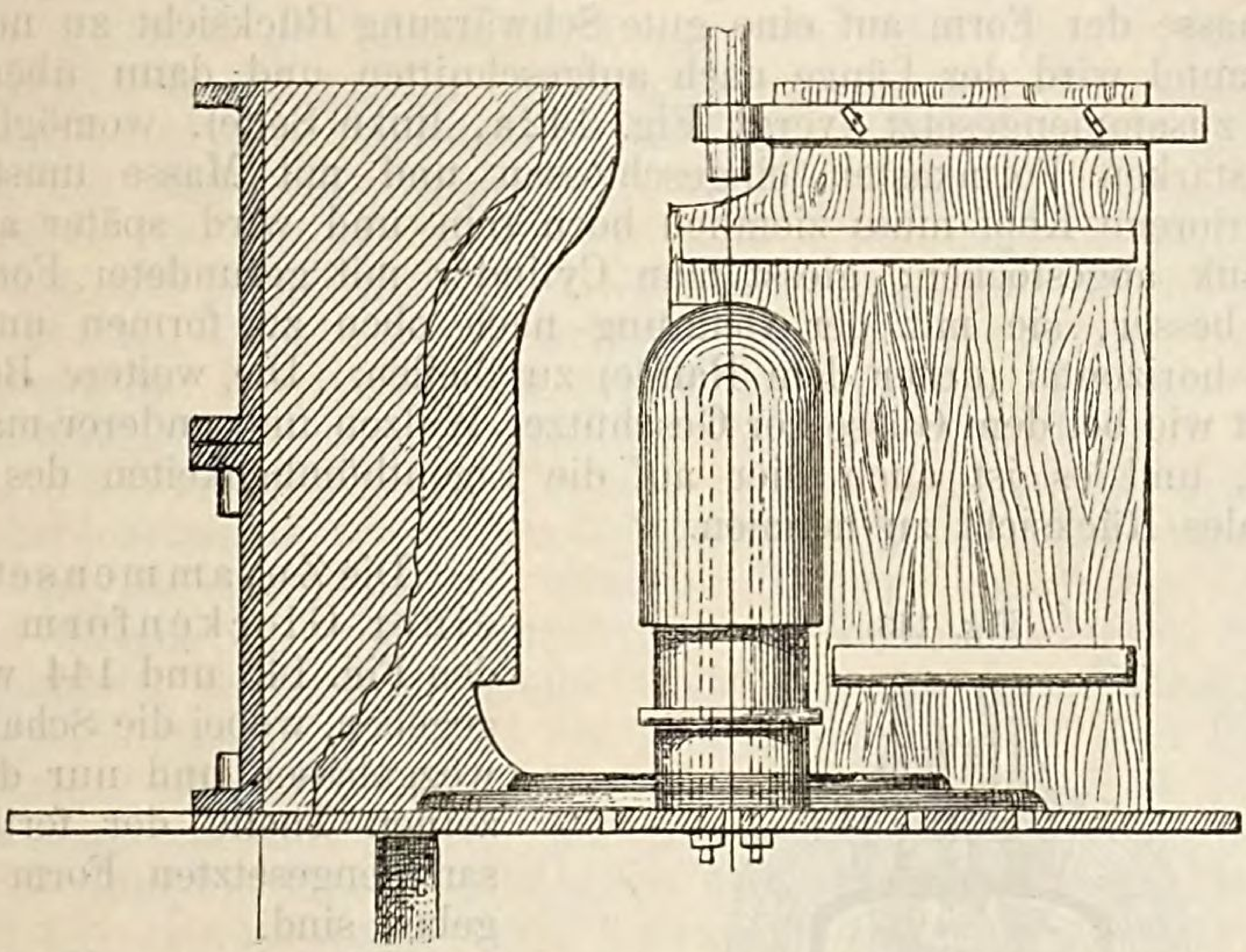
Unter die Aufgaben der einfachen Lehmformerei gehört noch die Herstellung eines Cylinders für hydraulische Pressen, wie er in Fig. 142a u. b dargestellt ist, ferner die Fabrikation grösserer Glocken, welche niemals in Gusseisen, sondern nur in Stahl oder Bronce ausgeführt zu werden pflegen, da das einzige klingende Roheisen, das splitterige weisse Eisen, nicht haltbar genug ist, um den Schwingungen beim Läuten lange und unter verschiedenen klimatischen Einflüssen zu widerstehen. Dasselbe wurde zeitweise zu den Signalglocken der Bahntelegraphenhäuschen verwendet, dann aber in Sand gegossen.

Es bietet die Glockenformerei mehrere hinreichend interessante Momente, um hier ein paar Worte der Erwähnung zu verdienen, obwohl dieses Gewerbe noch vielfach nach alten Ueberlieferungen und nicht

immer mit ausreichendem oder gar erwünschtem technischen Bewusstsein betrieben werden mag.[1])

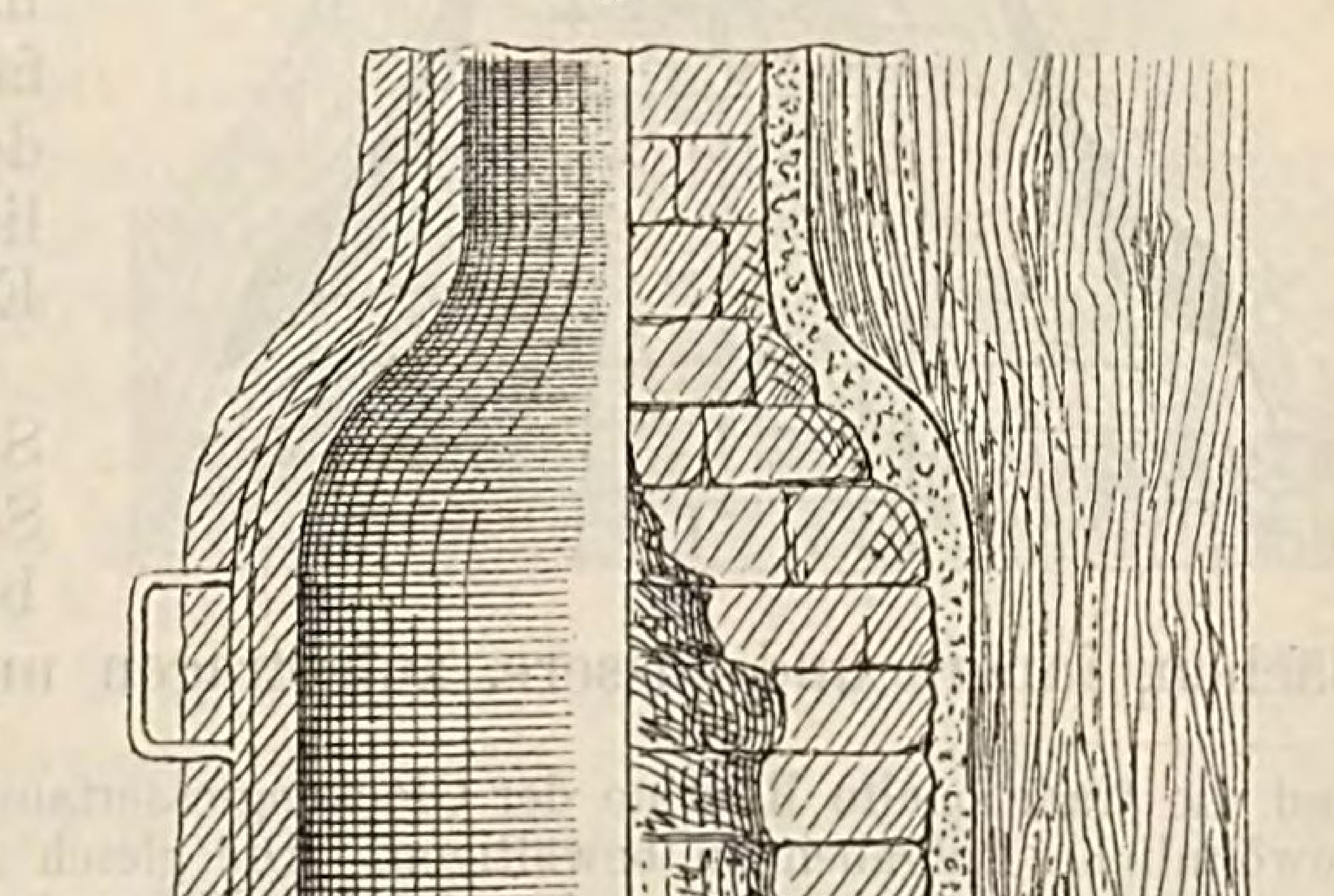
Die in Fig. 142a u. b dargestellte Form eines hydraulischen Cylinders zeigt eine Complication gegenüber den beiden schon be-

Fig. 142a.



schriebenen Kesselformen. Es wird mit besonderer Schablone der Kern auf eine als Basis der ganzen Form dienenden Gusseisenplatte aufgedreht, nachdem diese Platte einen bügelförmigen Anker aufgeschraubt erhalten hat, welcher, im Inneren des Kernes verborgen, den Letzteren, der beim Gusse vollständig unter Eisen zu stehen kommt, am Losbrechen infolge des Auftriebes und am Schwimmen hindert. Derselbe ist in Fig. 142a punktirt gezeichnet. Bei oft vorkommenden Güssen der Art ist es besser, eine hohle Blechspindel zu machen, die mit einem nur geringen Ueberzuge von Lehm bedeckt und schablonirt wird, um den fertigen Kern zu liefern und dieselbe an die Fussplatte anzuschrauben.

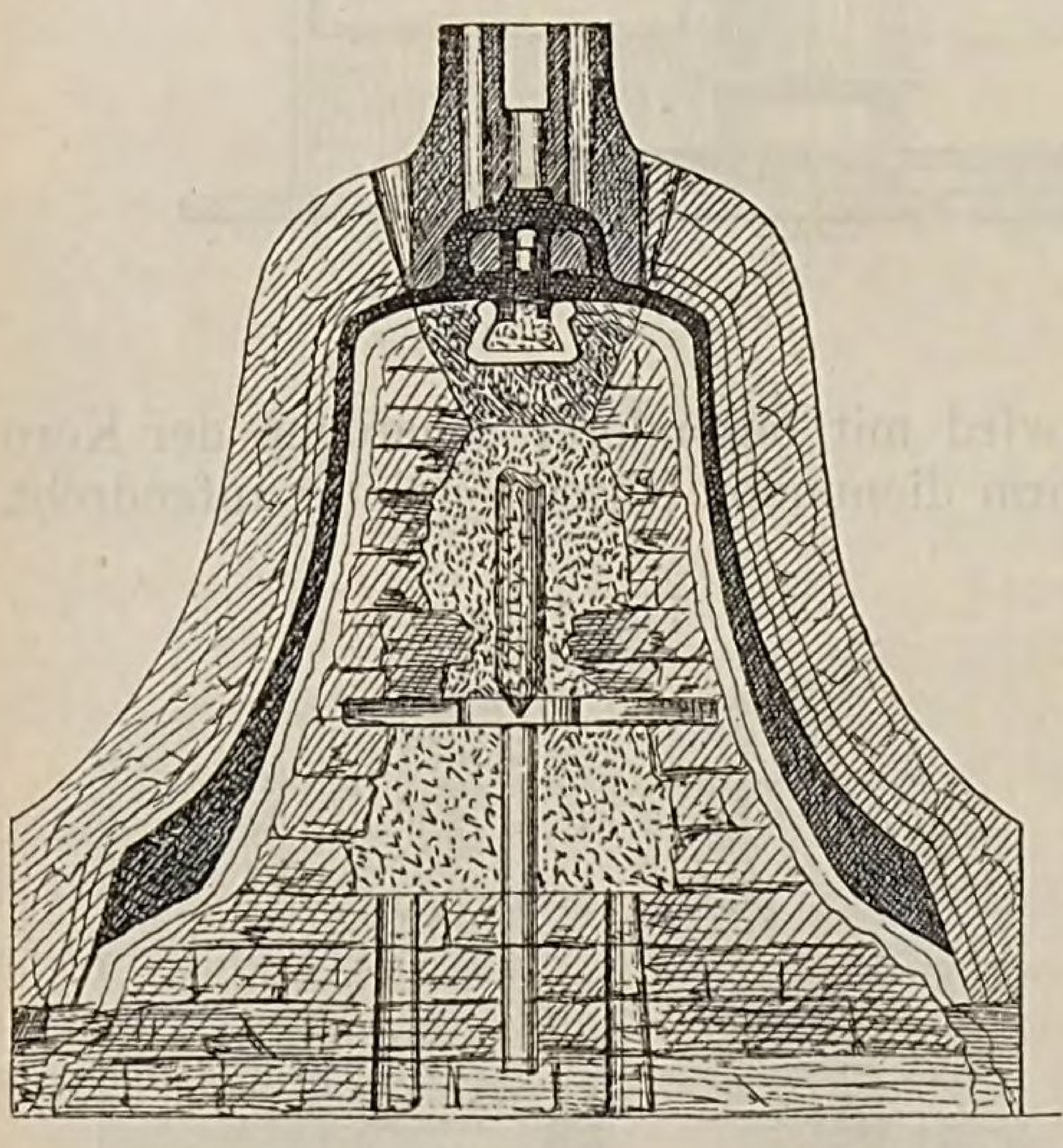
Fig. 142b.



1) Die bedauernswerthen Misserfolge der ersten Güsse der Kaiserglocke für den Kölner Dom zeigen auf das Deutlichste, dass das Geheimniss der Glockenverzeichnung

Der Mantel der Form wird so hergestellt, dass, wie die rechte Seite der Fig. 142 b andeutet, zunächst ein Modell der Aussenfläche des hydraulischen Cylinders aus Lehmsteinen gemacht wird, welches mehrfach als Unterlage für den Mantel benutzt werden kann. Die Herstellung des Mantels geschieht in analoger Weise wie beim Kessel Fig. 140, nur ist der Bau desselben etwas kräftiger zu machen und wegen der grösseren Eisenmasse der Form auf eine gute Schwärzung Rücksicht zu nehmen. Der Mantel wird der Länge nach aufgeschnitten und dann über dem Kerne zusammengesetzt (vergl. Fig. 142 a, linke Seite), womöglich in einen starken Formkasten eingeschlossen und mit Masse umstampft. Der verlorene Kopf muss ziemlich hoch sein und wird später auf der Drehbank abgestochen; giesst man Cylinder mit gerundeter Form, so ist es besser, sie mit der Oeffnung nach oben zu formen und den Mantel horizontal (unter dem Rande) zu theilen. Die weitere Behandlung ist wie bei dem Gusse der Geschütze, Walzen und anderer massiger Stücke, und es ist auch hier auf die Eigenthümlichkeiten des Gussmateriales Rücksicht zu nehmen.

Fig. 143.



Die Zusammensetzung einer Glockenform ist in den Fig. 143 und 144 wiedergegeben, wobei die Schablonen weggelassen und nur die einzelnen Theile der fertig zusammengesetzten Form angegeben sind.

Die ältere Methode, nach der übrigens noch jetzt die meisten Bronceglocken gefertigt werden, ist in Fig. 143 nach den Angaben des mehrfach genannten Launay verdeutlicht und besteht wesentlich aus den nachstehenden Einzeloperationen.

1) Vorbereitung der Schablonen. Auf das Schablonenbrett werden die beiden Umrisse der Glockenflächen, innere und äussere, aufgetragen und demnächst noch Parallelen

und die traditionelle Routine der Glockengiesserfamilien nicht immer ausreichen, ungewöhnliche Aufgaben zu bewältigen. Die gleich Anfangs mündlich ausgesprochene Ansicht des Verfassers, dass der richtigste Weg der gewesen wäre, auf einer grossen Giesserei des Rheinlandes durch den Glockengiesser die Form ausführen und unter der gemeinsamen Leitung desselben und der Werksingenieure die Schmelzung wie den Guss vor sich gehen zu lassen, nachdem eine genaue Metallberechnung vorhergegangen, hat der weitere Nichterfolg der Bemühungen des betreffenden Meisters als richtig erwiesen. Der Verfasser ist weiter überzeugt, dass der Bochumer Verein es wahrscheinlich auch ohne den Glockengiesser fertiggebracht hätte, die Glocke in der erwünschtesten Beschaffenheit zu liefern, da es weit schwerer sein dürfte, einer Gussstahlglocke einen richtigen Ton zu geben als einer Bronceglocke, und da die Behandlung des Gussstahles für bestimmte Zwecke jedenfalls schwieriger ist als die der zinnreichen Glockenbronce.

für die Lehmlagen des Kernes. Man bedient sich einer Schablone, die immer anders ausgeschnitten wird, nachdem man eine Fläche gedreht hat; es wird dadurch eine grosse Genauigkeit vorherbedingt, indem das Brett niemals aus dem Arme genommen zu werden braucht, also die Rotationsflächen nothwendig concentrisch werden müssen.

2) Aufbau des Kernfundamentes. Das einem cylindrischen Kuchen gleiche Fundament des Kernes, mit Abzügen und Luftkanälen versehen, wird aus Lehmsteinen mit Hülfe einer auf einen Holzstock, der in der Mitte des Fundamentes steckt, rotirenden Schablone roh abgedreht. Auf das Fundament wird eine cylindrische Lehmziegelwand bis knapp zur halben Höhe der Glocke aufgeführt und auf dieselbe eine starke eiserne Klaue mit drei Griffen gelegt, welche in der Mitte eine Körnerspur für das spitze Ende der Schablonenachse hat und von dem vorher benutzten Holzpfahle gehalten und unterstützt wird.

3) Anfertigung des Kernes. Nach der genaueren Aufstellung der Schablonenachse, welche ausserhalb der Dammgrube in einem Lager läuft, das an einem starken, über der Dammgrubenöffnung liegenden Balken befestigt ist und lothrecht über der Körnerspur der in der Form eingemauerten Klaue sich befinden muss und nach dem Einhängen des Schablonenbrettes, in welchem der erste Kernumriss mit einer Handsäge scharfkantig ausgeschnitten worden ist, wird der Kern bis zur Höhe der Kronenfläche aus Steinen und Lehm so genau als möglich aufgemauert und mit einem mittelfeinen fetten Lehm abgeschlichtet.

4) Trocknen des rohen Kernes. Der oben offene Kern wird nun mit Kohlen angefüllt, ohne dass die Schablonenachse mit allem Zubehör herausgezogen zu werden braucht und Feuer auf die Kohlen geschüttet. Nachdem man die Oeffnung der Kernhöhlung zugedeckt und die Abzüge in dem Fundamente geöffnet hat, brennt das Feuer von oben langsam herunter und trocknet während 18—24 Stunden die Kernwand und das Fundament gleichmässig aus.

Es ist hierbei, um Ungenauigkeiten zu vermeiden, nothwendig, die zuerst trocknenden Theile des Kernes so lange feucht zu erhalten, bis die anderen in der Masse stärkeren Theile und Partien denselben Grad der Austrocknung erreicht haben; es geschieht dieses durch vorsichtiges Benetzen des oberen Theiles vom Kerne mit Wasser.

5) Abschlichten des Kernes. Die Schablone, welche indess im Arme eingespannt bleibt, wird nunmehr bis auf den Umriss der inneren Glockenfläche scharf ausgeschnitten und wieder in Thätigkeit gebracht, nachdem man Formlehm, der unter Steinen zerrieben worden ist, aufgetragen hat. Es wird der vollkommen glatte Kern in gleicher Weise, wie früher, gebrannt und der Lehmüberzug so oft wiederholt, bis die Schablone, den letztgegebenen Ueberzug vollständig wegnehmend, die trockene Oberfläche entblösst. Nun erhält der Kern noch einen dünnen Ueberzug von Seife und Asche, der nicht mit Feuer getrocknet zu werden braucht und wird dann in allen Maassen auf das Genaueste nachgesehen.

6) Auftragen der Metallstärke. Die Metallstärke der Glocke wird aus dem gleichen Formlehm gebildet, der zum unmittelbaren Ueberzuge der Kernziegeln gedient hat und der ballenweise neben

einander, von unten anfangend, auf die Kernfläche gepackt wird. Unter stetem Spiele der Schablone wird diese rohe Masse mit mehreren Schichten des fein verriebenen Formlehms abgeschlichtet, nachdem man losen Hanf in möglichst langen Fasern und horizontalen Windungen aufgelegt hat, um das Zerreissen thunlichst zu verhindern.

Die Schablone, die für dieses in Lehm geschehende Abdrehen der Metallstärke oder des falschen Glockenmodelles etwas knapp ausgeschnitten war, wird nun ausgehängt und mit der grössten Sorgfalt nachgeschnitten, dann werden in den üblichen Abständen die Reifenspuren eingekerbt und nach dem sorgfältigen Trocknen der Metallstärke wird dieselbe mit einer Mischung von Talg, Seife und ein wenig Wachs überzogen und mit der leicht, aber genau geführten Schablone eine glatte Fläche hergestellt.

Nach Wegnahme der Schablone klebt man die aus Modellirwachs geformten, in warmem Wasser etwas weich gemachten Verzierungen der Glockenfläche auf die übertalgte Oberfläche und putzt Alles sauber aus.

7) Herstellung des Mantels. Dieselbe geschieht in verschiedenen Materialien. Zunächst wird ein ganz feiner, durch ein Sieb geriebener Brei von Formlehm angefertigt; derselbe wird mit kleingeschnittenem Werg, Thier-(Kälber)haar und Pferdemist zu einem Brei angerührt, der, nachdem er das Sieb wiederum passirt hat, zur Verwendung geeignet erscheint. Dieser von selbst sich ausbreitende Schlamm wird vom Arbeiter vorsichtig auf die Oberfläche des Glockenmodelles gebracht, so dass eine Schichte von etwa 2—3 Linien, also circa 5—7 mm, gleichmässig die ganze Metallstärke bedeckt und nach 12—15 Stunden, ohne Feuer, zu einer festen Kruste erhärtet. Dieser erste Ueberzug wird von einem zweiten aus demselben Material, doch weniger flüssig, bedeckt und auch dieser ohne weitere Hülfe lufttrocken werden gelassen.

Dann setzt man die Schablone, die unterdessen der Manteldicke entsprechend ausgeschnitten wurde, wieder ein und giebt in den Kern ein gelindes Feuer, das nur ganz vorsichtig gesteigert werden darf.

Die noch übrige Stärke des Mantels wird aus recht bündigem, fettem Lehm unter allmäligem Trocknen aufgestrichen und durch starkes Kneten und Kneifen der Patzen ein festes Gefüge hergestellt; das Aeussere wird dann in passender Weise mit der Schablone abgeschlichtet und vollendet.

8) Auseinandernehmen der Form. Nachdem der Mantel vollkommen durchgetrocknet ist, wird er durch vorsichtiges Eintreiben von glatten Holzkeilen zwischen den Flächen am Schlosse gelüftet und dann mit einem Krahne abgehoben. Das Wachs der Verzierungen ist längst ausgeschmolzen, und man hat nichts mehr zu thun, als die etwa schadhaften Stellen zu flicken und mit Strohfeuer die Reparaturen abzutrocknen. Die Metallstärke wird vorsichtig abgelöst und als Formmaterial bei Seite gelegt. Man füllt jetzt den ganzen früher zur Aufbewahrung des Feuers benutzten Kernraum mit Sand und giebt in die Mündung der Kernhöhle gute Formmasse, in die der Klöppelhaken eingesteckt wird, um mit seinen rauh gehauenen Enden in dem Metalle der Kronenbügel vergossen zu werden.

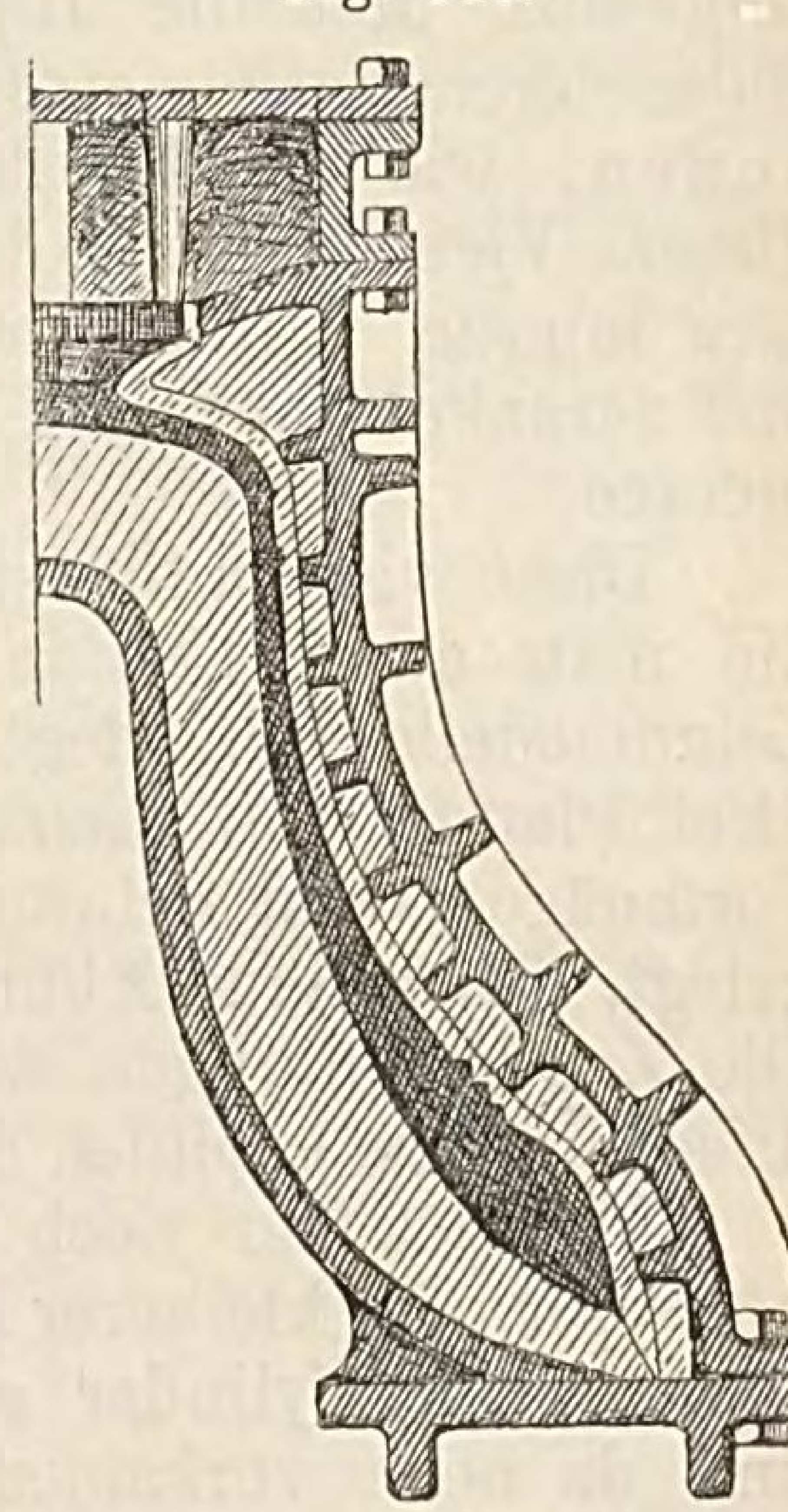
9) Zusammensetzen oder Bereitmachen zum Gusse. Das Zusammensetzen erfolgt hier einfacher als beim Lehmgusse mit ge-

theiltem Mantel, doch muss noch der Formtheil für die Krone, d. h. die Gesammtheit der Aufhängebügel eingesetzt werden. Diese Kronenform, besonders in Lehm geformt, wird in die Mantelöffnung genau eingesetzt und mit Sand oder Masse befestigt; diese letzte Operation ist die schwierigste, weil die Enden des Klöppelhakens, welche aus dem Kerne heraussehen, in den Hauptbügeln der Krone, die durch den sogenannten Steg verbunden sind, genau im Mittel sich befinden müssen. In der Kronenform sind Einguss und Lüfte enthalten, von welchen der erstere auf dem Stege der Hauptbügel, die letzteren auf den Nebenbügeln der Krone stehen.

Die aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtliche Schwierigkeit des ganzen Vorganges bei dem Glockengiessen macht es jeder Fabrik, welche in der Lage ist, viele Geläute zu liefern, zur Pflicht, sich nach und nach ein festes Inventar an Formkasten und Kernkörben zu verschaffen, die eine grössere Garantie des Erfolges bei der Arbeit bieten.

In Fig. 144 ist die Construction eines Glockenformkastens versucht, welcher vollkommen geschlossen, dabei leicht transportabel und unnachgiebig ist. Die Genauigkeit, mit der man metallene Formkasten mit Spindellagern versehen kann, garantirt eine genaue Concentricität von Mantel und Kern, auch wenn beide unabhängig von einander ausgedreht werden.

Fig. 144.



Der Kernkasten ist so gebaut, dass die Masse hinreichend dick aufgetragen werden kann, um dem Kerne einen geringen Grad von Nachgiebigkeit zu geben, während der Mantelkasten mit einer Anzahl Rippen versehen ist, um nach Möglichkeit die Masse fest zusammenzuhalten. Die Krone der Glocke, für die eine der Bochumer Construction ähnliche gewählt worden ist, liegt mit der Oberfläche unter einem abnehmbaren Kopfstücke des Mantelkastens, so dass man das Modell der Krone ganz leicht nach jener Seite hin abziehen kann, nachdem das Ausdrehen des Glockenmantels stattgefunden hat. Man kann auch, wie bei der alten Methode, einen besonderen zweitheiligen Formkasten mit der Krone einsetzen, nachdem der Mantel fertig ist. Die Eingüsse lassen sich bei der Anwendung eiserner Formmäntel wie hier ganz bequem in der halben Glockenhöhe an mehreren Stellen des Mantels anbringen, so dass die Krone zum Aufstellen der Lüfte verwendet werden kann. In der gedachten Weise scheint die Glockengiesserei für Stahl ausgeführt zu werden, wenn auch der Verfasser nicht behaupten will, dass seine Formkastenidee genau den in Bochum vorhandenen Einrichtungen entspricht. Jedenfalls verdient der Ersatz der aus Lehm und Manteleisen u. s. w. zusammengebauten Armatur der Mäntel durch einen festen Formkasten aus Metall und correctere Einrichtungen die Bevorzugung Seitens der Glockengiesser von Fach.

Dass man übrigens auch gusseiserne Glocken mit Erfolg darstellt, bewies u. A. die Ausstellung des Commerzienrathes Craemer von der Quint bei Trier bei Gelegenheit der Weltausstellung in Wien 1873.

b) Von der zusammengesetzteren Lehmformerei.

Abgesehen von den Zusammensetzungen von Rotationsformen, planen Flächen u. s. w., die hierher gehören, kommen einige Gegenstände vor, bei welchen mit Holzmodelltheilen und mit einem Lehmmodellstücke alle Theile des Mantels angefertigt werden können und nachher nur einer ausreichend genauen Zusammensetzung bedürfen, um für grosse Maschinenstücke u. s. w. brauchbare Gussformen zu geben.

Ein solches Beispiel bot früher ein kleinerer oder grösserer Balancier für langsam gehende Niederdruckmaschinen; derselbe wurde in einer Hälfte und dazu doch nur einseitig auf einer starken Eisenplatte aus Lehm hergestellt. Die Wülste für die Zapfen, von Holz gedreht, wurden eingesetzt und die Rippen mit Schablonen nach geraden oder den Balanciercontouren entsprechend ausgeschnittenen Lehren in Lehm gezogen, wie ein Pliestermeister Gesimse auf Hausverputz zieht. Auf diesem Viertelmodelle des Balanciers, das vollkommen horizontal gelegt sein musste, wurden nunmehr vier Mantelstücke abgeformt, nach oben hin verankert und mit Handhaben versehen, die indess vertieft liegen müssen.

Diese vier Mantelstücke, mit Passflächen oder Schlössern versehen, die man durch Leisten, die über oder unter der Theilungsebene des Lehmmodelles eingelegt waren, direct herstellte, wurden vereint auf zwei Platten von ausreichender Starrheit mit bündigem festen Lehm, Formnägeln und Schrauben u. s. w. befestigt und gaben, auf einander gelegt, das genaue Abbild (Schwindmaass berücksichtigt) des Balanciers. Die Zapfenhöhlungen waren natürlich durch besonders geformte cylindrische Kerne gebildet, die in eigenen Kernkasten gemacht worden waren.

Verwickelter noch in Aufbau und Anordnung waren die Formen grösserer oder kleinerer Dampfcylinder für Woolf'sche Maschinen, wobei häufig beide Cylinder an einander gegossen waren, Dampfmäntel hier und da noch vorkamen und die Kanäle zwischen den Cylindern viel Umstände verursachten.

Ueberhaupt bieten noch jetzt die Maschinenfabriken die schönsten und schwierigsten Aufgaben für den Lehmguss dar; man kann sich davon überzeugen, wenn man die Giessereien der grössten Maschinenfabriken durchwandert, z. B. Sterkerade, Mülheim a. d. Ruhr, Köln, Chemnitz, Berlin u. v. a. in Deutschland, Seraing[1]), Marcellis in Belgien, Escher, Wyss in der Schweiz u. s. w.

Die Hauptaufgabe bei allen diesen Gegenständen ist die geschickte Theilung des darzustellenden Körpers, um möglichst wenig Formtheile zu bekommen, neben der Sorge für gutes Formmaterial und gewissenhafte Arbeit.

1) Bekannt sind die allerdings unverwendbaren Gusskunststücke der Lehmformerei von Seraing, ganze Maschinencylinder mit allem möglichen Zubehör aus einem Stücke gegossen, welche die letzten Ausstellungen zierten.

c) Kunstformerei in Lehm.

Kunstsachen, kleinere wie grosse, werden selten in Eisen gegossen, meist in Bronce, Zink und anderen Legirungen, welche äusserlich schönere Färbungen haben und sich auch leichter bearbeiten, sowie durch geeignete Ueberzüge schützen und verzieren lassen.

Die Methoden der Herstellung sind für diese verschiedenen Materialien annähernd dieselben. Kleinere Sachen werden in Masse oder fettem Feinsande geformt und gegossen, während grosse und schwere Sachen früher ausschliesslich in Lehm, neuerdings auch mehr in Masse von besonderer Beschaffenheit hergestellt werden.

Es lassen sich die alten und neuen Methoden eintheilen:

in solche, bei welchen das Modell zerstört wird, und

in solche, bei denen dasselbe erhalten bleibt.

Die älteren Methoden bedienten sich meist der zerstörbaren Modelle, wogegen die neueren Methoden das Modell zwar theilen, doch aber in diesen einzelnen Theilen vollkommen zu erhalten suchen.

Die älteste Methode, mit verlorenem Wachsmodelle, ist im Princip schon bei der Beschreibung der älteren Glockenformerei erläutert worden. Es wurde aus Eisenstäben und Lehm, Ziegeln u. s. w. zunächst ein Kern gebaut, der möglichst genau nach dem Modelle gebildet wurde. Dieser Kern erhielt eine Metallstärke aus Wachsmischung, welche nun vollkommen künstlerisch behandelt werden musste und je nach der Unterschnittenheit der einzelnen Theile des Gegenstandes sehr verschiedene Stärken erhielt. Darauf wurde nun gemantelt, nachdem die Eingüsse, Luftauslässe (Windpfeifen) und Steiger in Form konischer Stäbe aufgesteckt waren.

Die ganze Operation geschah in der Giessgrube, und es wurde nunmehr der ganze Bau vorsichtig erhitzt und getrocknet, bis kein Wachs an den betreffenden Stellen mehr ausfloss. Dann wurde noch stärker gebrannt, je nach der Beschaffenheit des Formmaterials, und schliesslich das Ganze am Tage des Abstiches eingedämmt und abgestochen.

Der grosse Nachtheil dieses an sich gewiss einfach klingenden Verfahrens war stets die Ungewissheit, ob die Metallstärke gleichmässig genug gelungen war, um das Springen und Reissen über dem Kerne, sowie das Bleiben von Lücken und nicht ausgelaufenen Stellen zu vermeiden, weswegen die Form auch, je nach der Gestalt, das Metall von den verschiedensten Seiten her empfangen musste.

Bei dem Figuren- und Bildnissgusse nach dieser Methode sprach man stets vom Gelingen des Gusses wie von einem Zufalle, zu dessen sicherem Eintreten Nichts beigetragen werden konnte. Es fehlte der Methode jede Möglichkeit der Controle oder Beaufsichtigung; dadurch, dass die Form sich beim Trocknen verzog und ungleich schwand, wurde man oft genöthigt, eine sehr bedeutende Metallstärke zu nehmen, um vielleicht beim Ciseliren wieder viel herunterkratzen zu müssen.

Dann war die Ausführung eines solchen Formereiverfahrens nur dem Künstler selbst möglich, da er die Wachshaut selbst modelliren musste. Dadurch wurde auch jeder Fehlguss empfindlicher und sehr theuer; das Künstlerische überwog und das Technische trat zurück.

Man braucht nur die Schwierigkeiten zu lesen, auf die Benvenuto Cellini u. A. bei ihren Güssen stiessen, um sich einen Begriff von der technischen Unvollkommenheit der ganzen Methode zu machen.

Merkwürdig ist es aber, dass man in späterer Zeit wieder auf diese allerdings vervollkommnete Methode zurückgekommen ist und durch Benutzung von verschiedenen Kunstgriffen eine solche Sicherheit erreicht hat, wie sie den alten Giessern unbekannt war.

Guettier in seiner „Giesserei in Frankreich", neueste Aufl. 1882, Bd. III, S. 208 beschreibt ein von Gonon, Vater und Sohn, ausgeführtes Formverfahren, das sehr gute Resultate gegeben haben soll.

Man benutzt bei der Wiedergabe eines vorhandenen festen Modelles (Gypsabguss) einen selbstgefertigten Gypsmantel und stellt darin, unter Anwendung gewisser Vorsichtsmaassregeln, eine Gelatineform um das Modell herum her, wie man sie beim Cementgusse gebraucht.

Nach Wegnahme des Gypsmantels zieht man die elastische Gelatineform vom Modelle herab und umbaut sie wieder mit dem Gypsmantel, der weit und einfach getheilt sein kann.

Man fettet die Form ein und giesst sie mit Wachs aus, das sich bald auf den Oberflächen der Form absetzt und erstarrt. Nach Entfernung des Wachsüberschusses durch Ausgiessen, welches geschehen muss, sobald man die hierdurch dargestellte Metallstärke für hinreichend hält, wird in die Wachsschale die Kernmasse gefüllt oder gegossen und das Ganze an die Stelle gebracht, wo später die Form geglüht werden soll.

Nimmt man nun die Gypsschalen weg und zieht die Gelatineform ab, so stellt die Wachsschale auf dem Kerne genau das Modell dar. Nach genauer Revision und Berichtigung, wobei der Künstler mit zugezogen werden kann, setzt man nunmehr die Eingüsse und Lüfte auf, umgiebt das Ganze mit einem Formkasten und giesst oder stampft auf das Wachs die wohlvorbereitete Mantelmasse, die sehr fein sein und tadellose Abdrücke geben muss; dieser Vorgang hat thunlichst rasch zu verlaufen und muss die Form sofort in der Darrkammer, in der sie sich befindet, getrocknet werden. Dabei läuft das Wachs heraus und müssen zu dem Zwecke entsprechende Kanäle vorgesehen sein, so dass Nichts zurückbleiben kann und der entstandene Leerraum genau dem früheren Wachsüberzuge entspricht. Nunmehr muss das Ganze zu Rothgluth erhitzt werden, was durch umgeschüttete Kohlen geschehen kann, um nicht allein die Fettkörper zu zerstören, die die Formmassen durchdringen, sondern um auch den Formmassen selbst die erforderliche Festigkeit gegen den Guss, sowie die nöthige Porosität und eine gewisse Nachgiebigkeit gegen das Schwinden zu verleihen.

Eine etwas andere Methode der Anwendung des „verlorenen Wachses" betreibt die Compagnie des Bronces in Brüssel, welche neben allen Beleuchtungs- und sonstigen geläufigen Artikeln aus Bronce und anderen Kupferlegirungen auch grössere statuarische Arbeiten ersten Ranges liefert.

Man arbeitet ebenfalls mit festem Modelle, von dem man sich zuerst eine zerlegbare Form herstellt, gewöhnlich aus Gyps, oft auch aus Sand mit Kernstücken.

Darin wird zuerst der Kern hergestellt, wie er später in der Form sein soll, und dann der Mantel, d. h. die Form abgenommen. Nun

trägt man mit genauer Beachtung der erforderlichen Metallstärken von der Kernmasse allenthalben eine gleichmässige Schichte mittelst des Streichbleches ab, glättet und bestaubt den Kern und setzt über und um denselben die Form wieder zusammen. Nachdem dies geschehen, giesst man von verschiedenen Seiten her das präparirte Wachsgemisch hinein, wie etwa später das Metall, lässt es erstarren und nimmt die Form wieder aus einander.

Nun hat man den mit Wachs überzogenen Kern vor sich, der das Modell genau nachbildet, der nachgesehen, vervollständigt und auch von dem Künstler selbst noch überarbeitet werden kann, ehe er eingemantelt wird, was ähnlich wie vorstehend bei der Gonon'schen Methode geschieht, ebenso das Trocknen und Glühen.

Die Brüsseler Fabrik benutzt bei ganz dünnen Sachen ohne Kern lediglich aus Wachs bestehende Modelle und liefert ausserordentlich zarte Abgüsse.

Ein Recept für dieses Modellirwachs giebt Guettier a. a. O. S. 207; es soll bestehen aus:

0,80 reinem Wachs,
0,13 weissem Mastix,
0,04 Fett,
0,03 Mohnöl.

Man schmilzt Alles bei leichtem Feuer zusammen und filtrirt dann durch ein wollenes Tuch.

Nicht viel besser als die Wachsmodellirung war das von Launay versuchte Ausbrennen der Gypsdetails, welche auf Holzgerippttheile aufgeheftet waren und in dem Mantel sitzen blieben. Es ist dieses nur bei den Ornamenten an der Vendômesäule vorgekommen und sonst nirgends erwähnt.

Die neuere, sogenannte Münchener Methode, eingeführt von Stiglmaier, und von seinen Schülern, namentlich Rudholzner und Laube, in Lauchhammer etc. weiter ausgebildet, hat das im Kleinen und bei der Gypsgiesserei angewandte System der Kernstücke auf die Bildgiesserei im Grossen übertragen.

Das Verfahren ist kurz folgendes: Das betreffende Stück, z. B. der Pferderumpf einer Reiterstatue (mit den fest auf dem Sattel liegenden Beinstücken und dem Unterleibe des Reiters), ohne Hals, Füsse und Schweif, wird im Gypsmodelle auf die Kernunterlage in der Giessgrube gesetzt. Der Pferdeleib wird unten offen gegossen, um die Auflage für den Kern zu haben; diese Oeffnung wird später mit einer die ganze Bauch- und Brustfläche des Thieres darstellenden Platte ausgefüllt.

Es werden nun auf dem Modelle die Grenzen der einzelnen Mantelstücke mit Kohle vorgezeichnet, und die Arbeiter beginnen, nachdem sie die vorragenden Flächen des Kernfundamentes geebnet und polirt haben, die Arbeit mit den untersten Mantelstücken. Jedes Mantelstück besteht aus wesentlich drei Lagen, einer Lage feiner lehmartiger Masse, die in faustgrossen Patzen neben einander gesetzt wird, einer Lage grober fetterer Masse und darüber einer starken Gypsschale, die aus freier Hand aufgeschmiert ist. Zwischen die fettere Masse und den Gyps kommen starke eiserne Stäbe mit aufgebogenen Enden, um nachher die Mantelstücke fest an einander schliessen zu können. Wenn der

Gyps hart geworden ist, schneidet man die Grenzfläche des Kernstückes genau nach und richtet die Neigung dieser Fläche so ein, dass kein Stück nach dem Innern der Form zu vorgleiten kann. Aus diesem Grunde lässt man auch innerhalb der Masseschichte pyramidale Höcker auf jenen Flächen vorstehen, die einen guten Anschluss begünstigen.

In dieser Weise mantelt man den ganzen Rumpf ein, so dass schliesslich nur die Schnittflächen an der Statue sichtbar bleiben. Die nächsten Mantelstücke an diesen Flächen bilden über denselben nach aussen sich verjüngende Räume, die später mit Kernmasse vollgegossen werden. Die Mäntel werden jetzt (in umgekehrter Reihenfolge) abgenommen und, nachdem sie reparirt sind, in Darrkammern vorsichtig getrocknet, wobei man sich vor einer zu starken Erhitzung des Gypses in Acht zu nehmen hat. Sind sie ausreichend trocken, so kann man an die überaus interessante Herstellung des Kernes gehen.

Sobald das Gypsmodell fortgenommen ist, wird aus starken Eisenstäben ein Kerngerippe hergestellt, das in überall gleicher Entfernung von der Modelloberfläche bleiben muss. Um diese Entfernung gut controliren zu können, legt man die Mäntel zeitweilig wieder an und hilft sich im Uebrigen mit dem Zirkel, den man überhaupt fleissig gebrauchen muss, um das Schwinden der Mäntel u. s. w. verfolgen zu können.

Unterdessen ein Theil der Belegschaft (es können beim Einformen einer solchen Statue immer 6—12 Mann gleichzeitig thätig sein) das Kerngerippe zurecht macht, beschäftigt sich ein anderer Theil damit, in die Mäntel die Metallstärke zu bringen. Diese Metallstärke wird gebildet durch platt ausgewellte Thonkuchen, welche in die Unebenheiten der Mäntel eingelegt und mit den Händen, besser noch (um das Strecken des Thones und jede Veränderung in der Dicke der Metallstärke zu vermeiden) mit starken Borstenpinseln überall fest angedrückt werden. Dann nagelt man diese Eisenstärken mit langen dünnen Drahtstiften fest an die Mäntel an und setzt die Form aus den so präparirten, etwas übertrockneten Mänteln um das Kerngerüst zusammen, sorgfältig prüfend, ob das Letztere überall gleich weit von der Metallstärke entfernt geblieben ist. Nach dem erfolgten Aufbaue wird in einem grösseren Gefässe (Wasserpfanne oder dergl.), das einen bequemen Ausguss hat, eine Mischung von Ziegelmehl und Gyps mit Wasser zurecht gemacht und in der Form eines langsam fliessenden Breies zur obersten Oeffnung der Form (in diesem Falle der Rumpfquerschnitt des Reiters) eingegossen. Da die Mischung schnell fest wird, kann sie immer nur portionenweise angefertigt und eingeschüttet werden. Nach einigen Stunden nimmt man die Mäntel wieder aus einander und entfernt aus denselben die feucht und biegsam gewordene Metallstärke mit dem grössten Theil der Nägel, flickt die infolge der eingezogenen Nässe schadhaft gewordenen Stellen der Mäntel aus und macht dieselben nun nach und nach gussfertig, indem man sie ausschlichtet und scharf trocknet. Während der Zeit wird auch der Kern getrocknet und fertig gemacht, so dass der endgültigen Gussbereitschaft nichts mehr im Wege ist.

Die Zusammensetzung der Formmassen für diese Art der Bildgiesserei ist technisch vollkommener als bei der alten Methode. Die Materialien sind magerer und weniger schwindend; die Bindekraft wird bei den inneren Schichten durch genaue Vorbereitung und Einmengung

zerriebener organischer Stoffe gesteigert, bei der äusseren Masseschichte durch eingemengte scharfeckige Chamotte- oder Sandkörner. Der fette Thon spielt eine kaum sichtbare Rolle, er wird eigentlich nur in dem Vertheilungsgrade eines fetten Feinsandes den Massen zugeführt. Wichtig ist die theilweise Wiederbenutzung gebrauchter Materialien, die sorgfältig gesondert aufbewahrt und unvermischt erhalten werden.

Noch ist zu bemerken, dass bei der Arbeit mit der fein vorbereiteten Masse, wie sie in München, Wien, Lauchhammer ausgeführt wird, die feinsten Oberflächendetails der Modelle im Gusse kommen, und dass die Oberflächenbearbeitung der Bildwerke jetzt bereits im Modelle seitens des Künstlers bewirkt werden kann, das Ciseliren dagegen in den günstigen Fällen nur die vorsichtige Wegnahme der Gusshaut bezweckt. Auch in der früher Burgschmiet'schen Giesserei in Nürnberg (später Lenz & Herold) und a. a. O. hat der Verfasser wiederholt eine derartige hohe Ausbildung des Form- und Giessverfahrens mit Bewunderung constatiren können.

E. Schalenformerei.

Bei dem Schalengusse, der bereits mehrfach genannt wurde, tritt die Darstellung der Form gegen die Rücksichten auf das Gussmaterial viel mehr zurück, als bei den übrigen Formereimethoden. Die Anfertigung der Form ist hier eine sehr einfache, aber sie wird in Bezug auf die Grössenverhältnisse der Massen in der Form von Rücksichten beherrscht, welche in der Gussmaterialfrage begründet sind und sich deshalb vielfach auf die spätere Verwendung des Gegenstandes beziehen. Der Schalen- oder Hartguss ist hauptsächlich für ganz vereinzelte Dinge ausgebildet worden, welche in ihrer Verwendung bedeutende Widerstände gegen Oberflächenangriffe zu leisten oder hauptsächlich durch eine sehr dichte und harte Oberfläche zu wirken haben.

Es waren und sind das zum Theil noch in der ersten Beziehung Weichentheile und Herzstücke, sowie Räder für Eisenbahnen, Geschosse, Panzertheile, Ambosse, Pflugscharen, in der zweiten Beziehung namentlich Walzen zum Glattwalzen von Metallen in kaltem und in heissem Zustande, zum Satiniren von Papier und Geweben, zum Zerkleinern verschiedener Materialien und Producte.

Es können im Ganzen nur einfache Formen auf diese Weise gefertigt werden, weil complicirtere Gegenstände die durch das Abschrecken hervorgerufene grössere Sprödigkeit nicht vertragen und an manchen Stellen zu Zerreissung und Brüchen Veranlassung geben würden. Es ist ohnehin auch bei einfacherer Gestaltung der zu härtenden Oberfläche schwierig, das Reissen der Hartschale ganz zu umgehen, wie bereits Bd. I, S. 162 angegeben und ausgeführt wurde. Die im Eisen vorgehenden Veränderungen begünstigen das Eintreten solcher zerstörenden Erscheinungen, und es muss deshalb das Eisen für Hartguss unbedingt zu den festesten Eisensorten gehören.

Die Veränderlichkeit des Eisens in Beziehung zum Hartgusse, die Fähigkeit, bei rascher Erstarrung eine dichte Schale von splittrigem, weissem Eisen zu bilden, setzt stets einen gewissen Gehalt

des Letzteren an Kohleeisenverbindungen, Carbiden, voraus, der dann sich unter dem Einflusse der raschen Abkühlung dicht unter der Oberfläche des Gussstückes abscheidet.

Es eignen sich deshalb vorzugsweise alle halbirten, recht festen Roheisensorten zur Darstellung von Hartgüssen, besonders dann, wenn sie bei Holzkohlen aus Erzen von mittlerer Schmelzbarkeit erblasen worden sind. Wie später bei der speciellen Beschreibung der Hartwalzenfabrikation gezeigt werden wird, hat man häufig dieses Eisen durch Uebersetzen des Hochofenbetriebes mit leichtflüssigen Erzen hervorgebracht. Es ist dieses Mittel heute nicht mehr nothwendig, da man im Stande ist, auch aus gaar erblasenem, weissem resp. halbirtem Eisen, wie auch aus Mischungen dieses und anderen Eisens ganz brauchbare Hartgüsse herzustellen.

Was über die Theorie und Praxis des Hartgusses bekannt ist, wird an anderer Stelle vorzutragen sein, da seine Anfertigung entschieden eine besondere Specialität des Giessereibetriebes bildet.

F. Formerei mit Maschinen.

Seit kaum einem halben Jahrhundert hat man angefangen, sich der maschinellen Hülfsmittel zur Herstellung der Formen zu bedienen, und naturgemäss trat diese Wendung zuerst da auf, wo, wie in England, die Production bereits riesenhaften Umfang genommen und wo, namentlich die Herstellung zahlreicher Abgüsse eines und desselben Gegenstandes, der Currentguss oder, wie die Belgier sich treffend ausdrücken, die pièces a répétition vorwiegend Gegenstand der Fabrikation sind.

Erst verhältnissmässig spät verbreitete sich der Gebrauch der „Formmaschinen", wie die neuen Geräthe in einzelnen Fällen zum Theil recht unzutreffend genannt wurden, auch in anderen Ländern, z. B. Deutschland. Es mussten eben erst ähnliche oder gleiche Productions- und namentlich Lohnverhältnisse eintreten wie in England, der Wiege jener Maschinen.

Wo, wie in Deutschland, die Lohnverhältnisse noch immer nicht in die kritische Höhe gelangt waren, wie jenseits des Kanals, blieb auch die Arbeit mit Formmaschinen mehr zurück, und wenn auch jetzt sehr viele Formmaschinen erbaut und auch verwendet werden, so ist dieser Zweig der Formereitechnik noch immer sehr entwicklungsfähig.

Deshalb gerade empfiehlt es sich, um Bekanntes und wirklich Neues sondern und unterscheiden zu können, was besonders für Patentschutz Nachsuchende werthvoll sein dürfte, auch die ersten Anfänge nach älteren Arbeiten u. s. w. zu überblicken und das Wesentliche der damaligen Einrichtungen und Apparate zu kennzeichnen.

Die erste sachgemässe Bearbeitung der Formmaschinen erfolgte im Jahre 1865 durch den verstorbenen Hüttendirector Stentz in Gleiwitz nach den Eindrücken einer 1863 nach England unternommenen Instructionsreise, aber mit genauester und gründlichster Benutzung der damals schon ziemlich reichen Literatur. Die Abhandlung findet sich abgedruckt in Bd. XII der „Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate", S. 324 und zerfällt in mehrere Theile, von denen der erste die Literatur der maschinellen Formerei, die drei übrigen die in England

üblichen Formereimethoden für grosse und kleine Rohre, sowie für andere Gegenstände enthalten.

Der Stoff dieses Kapitels theils zergliedert sich am besten folgendermaassen:

a) Aeltere Vorrichtungen zur Maschinenformerei, wie sie bis 1862/63 vorhanden waren.

b) Zustand der Formereimethoden in England in Verbindung mit der Entwickelung der Formmaschinen.

c) Neuere Vorrichtungen zur Maschinenformerei und specielle Versuche, in Deutschland die englischen Vorrichtungen einzubürgern.

a) Aeltere Vorrichtungen zur Maschinenformerei, wie sie bis 1862/63 vorhanden waren.

Die hierher gehörigen Vorrichtungen theilen sich am besten nach dem Gegenstande der Fabrikation in verschiedene Gruppen:

Maschinen zur Röhrenformerei.
Maschinen zum Formen von Schienenstühlen.
Maschinen zum Einformen von Geschützkugeln.
Maschinen zum Einformen von Geschirren.
Maschinen zum Einformen anderer Gegenstände.
Maschinen zum Einformen von Zahnrädern ohne Modell.

Mit der Verbreitung des Giessereibetriebes schritt die Entwickelung der Maschinenformerei voran — die Rohre waren der erste Massenartikel, dann kamen die Schienenstühle, endlich Geschützkugeln und andere Dinge —, die in grösserer Menge nach absolut gleichem Modelle verlangt wurden.

Aeltere Maschinen zur Röhrenformerei.

Es scheint zunächst das Bedürfniss, dem schon damals stetig wachsenden Bedarfe an Röhren zu Gas- und Wasserleitungen schneller und billiger zu genügen, gerade in dieser Richtung auf eine Entwickelung der Maschinenanwendung geführt zu haben.

Maschine von Harrison.

Schon 1845 hatte Harrison[1]) ein Verfahren mitgetheilt, Röhren ohne Modell zu formen, indem die beiden Kastenhälften ungefähr so weit mit Formsand gefüllt und ausgestampft wurden, dass nur ein Raum, etwas kleiner als die entsprechenden Rohrhälften, übrig blieb. Nach dem Zusammensetzen der Kastenhälfte wurde in diesem Raume eine Schablone von Holz mit Blechbeschlag eingebracht, welche die äussere Röhrenform besass und an den Stirnseiten der Formkasten genau in der Mitte beider drehbar befestigt war und mit dieser durch Drehung die Ausbildung des Hohlraumes in Form der Röhren vollendet. Es ist dies Verfahren bei der Herstellung von Walzen, namentlich von Kaliberwalzen, beibehalten worden, bei welchen die Anfertigung

1) Bulletin du musée de l'industrie par Jobard, 1845, p. 27.

von Modellen im Vergleiche zu ihrem seltenen Gebrauche zu kostspielig erscheint; bei der Röhrenformerei, die das nämliche Modell häufig wieder verwendet, hat dasselbe keine Vortheile in Bezug auf Geschwindigkeit gegen die Modellanwendung geboten und ist deshalb wieder aufgegeben worden.

Eine Vervollkommnung dieser Röhrendarstellung geschah durch Stewart dahin, dass der geschlossene Formkasten ganz mit Sand ausgestampft und dann aus der Sandmasse die Röhrenform mittelst einer Bohrvorrichtung ausgeschnitten wurde. Diese Maschine war im Modelle auf der Industrieausstellung 1851 ausgestellt; doch ist diese Erfindung durch spätere Maschinen überflügelt worden.

Stewart selbst gab 1847 [1]) die erste wirkliche Maschine zur Röhrenformerei in stehenden Formkasten, in welchen der Formsand durch spiralförmige Flügel um das Modell herum festgedrückt wurde.

Dies Modell in genauer Form des abzugiessenden Rohres stand senkrecht im oben offenen, an den Seiten geschlossenen und aus zwei Theilen zusammengesetzten Kasten, wurde durch ein sich ihm in der Rundung beinahe anschliessendes Rohr von dünnem Bleche umgeben, an welchem sich unten jene Schraubenflügel befanden. Durch mechanische Vorrichtung wurde das Blechrohr gedreht, während man von oben Formsand einschüttete, der sich unter die Flügel legte und von ihnen festgedrückt wurde. Durch den sich anhäufenden Sand hob sich die Vorrichtung selbst mehr und mehr, bis das Modell ganz eingedämmt war und nach beendeter Arbeit nebst dem Apparate mittelst Krahnen aus der Form gezogen werden konnte.

Eine zweite maschinelle Vorrichtung zum Röhrenformen, und zwar zur liegenden Formerei, hat Newton [2]) bereits 1850 angegeben und Zeichnungen davon veröffentlicht.

Seine Maschine bestand wesentlich in zwei Ständern, welche oben einen eisernen Balken trugen, dessen Länge für die grössten Röhren ausreichte und an welchem ein halbes Röhrenmodell befestigt war. Zwischen den Ständern befand sich ein zweiter, dem oberen ähnlicher, unterer Balken senkrecht beweglich, der durch Excentrics gehoben und gesenkt werden konnte. Die Bewegung dieser Excentrics erfolgte durch kräftige Hebel, die unter sich so verbunden waren, dass eine gleichzeitige Bewegung jener, also auch eine gleichmässige Hebung des unteren Balkens stattfand. Wenn dieser Balken in seiner unteren Lage sich befand, so konnte auf seine obere Platte ein Formkasten geschoben werden, zu dessen Bewegung zwei Zahnstangen dienten, die auf Armen vor den Gerüstständern ihr Auflager fanden. Mittelst derselben wurde der leere Formkasten unter dem Oberbalken fort-, gegen einen hinter dem Gerüste liegenden langen Sandkasten geschoben, dessen Boden sich gleichzeitig öffnete, so dass der darin enthaltene Sand in den Kasten fiel und diesen füllte. Beim Zurückziehen des Formkastens schloss sich auch der Boden des Sandkastens wieder. Der gefüllte Formkasten wurde nun unter den Oberbalken gebracht und mittelst der Hebel zugleich mit dem Unterbalken gehoben, so dass das Modell sich in ihm abformte und dem

1) Polytechnisches Journal, Bd. 104, S. 245.
2) Ebendaselbst, Bd. 118, S. 352.

Sande durch den angewandten Druck die genügende Festigkeit gab. Wollte man dicht um das Modell feinen gesiebten Sand anwenden, so wurde das Modell zunächst nicht ganz eingedrückt, dann der Formkasten gesenkt, feiner Sand eingesiebt und die Form durch ein zweites Heben und dadurch herbeigeführtes vollständiges Eindrücken des Modelles vollendet.

Gleichzeitig beschrieb Newton einen Kernkasten zu Röhrenkernen aus Masse.

Der Kernkasten bestand hiernach aus vier Theilen, die durch zwei parallele Schnitte in der Cylinderfläche hergestellt waren. Das untere Segment lag fest, während das obere durch eine Hebelvorrichtung gehoben, die beiden Seitenstücke durch Kurbeln horizontal verschoben werden konnten, während die Stirnplatten fest waren und Lager zur Aufnahme der Kernspindelzapfen besassen. Ein über dem Kernkasten in der auf Ständern ruhenden Vorrichtung liegender Sandkasten gestattete durch einen beweglichen Boden, wenn das obere Segment gehoben und die Seitenstücke nach aussen geschoben waren, die halbe Füllung des Kernkastens, dann wurde die Kernspindel eingelegt und der zur zweiten halben Füllung des Kernkastens erforderliche Sand durch eine zweite Oeffnung des Sandkastens eingebracht. War dies geschehen, so wurde das obere Segment heruntergelegt und in seiner vorgeschriebenen Stellung befestigt, endlich wurden auch die Seitenstücke mit Anwendung ziemlich bedeutender Kraft in ihre richtige Lage gebracht.

Durch die Pressung dieser Theile, welche zwischen dem oberen und unteren Segmente glitten, erhielt die Kernmasse ihre genügende Festigkeit und konnte nun der Kern durch eine zweite Oeffnung der Kernkastentheile herausgenommen werden.

Gleichzeitig erwähnt Newton hierbei noch einer Vorrichtung, um mehrere Röhren gleichzeitig abzugiessen, indem durch einen langen Gusskanal und von demselben radial abgehende Nebeneingüsse 6 bis 8 Röhren ansteigend mit Eisen gefüllt werden sollten; doch dürfte diese Art des Giessens viele Störungen herbeigeführt und zu bedeutendem Ausschusse Veranlassung gegeben haben.

In demselben Jahre 1850 theilte das Polytechnische Centralblatt (Lief. 24, S. 1476) Zeichnung und Beschreibung eines Wagens mit, der nach Stewart's Erfindung dazu diente, eine grössere Anzahl Röhrenkerne fast gleichmässig durch auf einander folgende Lehmüberzüge fertig zu stellen und sie zusammen in die Trockenkammer zu bringen.

Fairbairn und Hetterington in Manchester[1]) versuchten, bei horizontaler Formerei beide Hälften des Röhrenmodelles, oder bei kleineren Röhren mehrere Modelle, auf beiden Seiten eines Modellbrettes zu befestigen — natürlich in genauer Uebereinstimmung der Lage —, um eine Seite nach der anderen einzuformen. Da aber auch hierbei immer noch die Umkehrung der Kasten nothwendig blieb, so wurde wenig Zeit dadurch gewonnen, und scheint dies Verfahren wenig Anklang gefunden zu haben.

1) Polytechnisches Centralblatt 1851, Nr. 21.

Sheriff in Glasgow. Von bedeutend grösserem Einflusse war die Röhrenformmaschine, welche Sheriff in Glasgow anwendete.[1]) Er benutzte kein ganzes Modell, sondern nur einen kurzen hohlen Cylinder, dessen äussere Weite dem äusseren Durchmesser des zu formenden Rohres entsprach. Derselbe bewegte sich an Armkreuzen mit einer in der Mitte des zweitheiligen, aber fest verbundenen und senkrecht aufgestellten Formkastens festgestellten drehbaren Spindel, war aber gleichzeitig auf derselben vertikal verschiebbar. Ueber diesem Modellstücke befanden sich an vier, ebenfalls von der Spindel bewegten und gleichzeitig verschiebbaren Armen vier conische Walzen, deren Breite genau die Stärke der Sandschichte betrug, welche zwischen Modell und Formkasten eingebracht werden sollte, deren äusserste untere Kante also die Innenwand des Kastens fast berührte, während ihre innere Peripherie in der tiefsten Stellung mit dem oberen äusseren Rande des Modellstückes abschnitt. Wurde nun oben Formsand eingeschüttet und die Spindel bewegt, so fiel der Sand vor die Walzen und wurde von ihnen festgedrückt, während gleichzeitig der ganze wirkende Apparat, Modellstück und Walzen, durch den Sand allmälig in die Höhe gehoben wurde, bis er den Rand des Kastens erreichte und die Form fertig war. Das kurze Modellstück liess sich dann leicht ausziehen, während die Rohrmuffe oben durch Handarbeit nach einem besonderen Modelle geformt wurde.

Zum Einschütten des Sandes bediente sich Sheriff eines Sandvertheilers, indem er jenen in einen auf die Form gesetzten, innen nach oben und nach unten sich trichterförmig öffnenden Cylinder schüttete, welcher unten mit den Kastenwänden gleiche Weite hatte. In seiner Mitte befand sich ein Kegel mit der Grundfläche nach unten, dessen Durchmesser der des Rohres war, so dass der Sand nur durch einen Ring niederfiel, welcher der Stärke der anzuwendenden Sandschichte entsprach. Durch Hebung und Senkung dieses Kegels gegen die nach unten gerichteten conischen Wände des Cylinders wurde die Durchgangsöffnung für den Sandzufluss geregelt. Die Reibung des Modelles gegen den eingedämmten Sand verzögerte die Hebung des Apparates in der Form; sollte dieselbe zu gering gewesen und der Sand nicht fest genug gedrückt worden sein, so wurden Beschwerungen des Modellcylinders zur Hemmung der Bewegung angewendet.

Eine ähnliche Vorrichtung zur Röhrenformerei hat Elder in Glasgow mitgetheilt.[2]) Nach seiner durch Zeichnung erläuterten Angabe wird der Formkasten senkrecht aufgestellt.

An einer eisernen Stange hängt ein Modellstück, dessen äusserer Durchmesser dem des Rohres entspricht. Während dasselbe in seinem unteren Theile cylindrisch ist, spitzt es sich nach oben hin zu, geht dann wieder einige Zoll mit geringerem Durchmesser cylindrisch, bis es sich wieder conisch zu seinem Aufhängepunkte verjüngt. Auf dieser oberen Hälfte sind Leitfedern angebracht, welche dem von oben einfallenden Formsande die Richtung nach dem Rande des Cylinders hin geben. Durch die Stange, welche oben ein in einer Leitung senkrecht bewegliches Querhaupt hat, kann der Cylinder gehoben werden, und

1) Polytechnisches Journal, Bd. 137, S. 12.
2) Dingler, Polytechnisches Journal 1856, Bd. II, S. 272.

wird diese Hebung durch ein an einer Kette über Rollen hängendes Gegengewicht regulirt. An diesem Querhaupte befinden sich zwei Excentrics, welche zwei Stangen im Kastenraume auf und nieder bewegen, an denen sich unten ein gusseiserner, in seiner niedrigsten Stellung dicht über dem Modellstücke stehender Ring befindet.

An seiner unteren, inneren Seite ist ein Ringstück angebracht, welches in seiner niedrigsten Stellung den oberen cylindrischen Theil des Modellstückes umfasst, so dass kein Sand zwischen beiden hindurch fallen kann, das aber in seiner höchsten Lage nur noch die Aussenkanten der am Conus des Modelles sitzenden Federn berührt, so dass nun der Sand durch diese hindurch fallen und sich um das Modell herum legen kann. Wird nun jene Excentricswelle durch zwei conische Getriebe, deren eines sich verschiebbar an einer neben dem Apparate stehenden Welle befindet, bewegt, so stampft das auf und nieder gehende Ringstück den jedesmal darunter fallenden Formsand um das Modell herum fest, hebt sich aber dabei, je nachdem der Sand ansteigt, während die Reibung des Modelles an den Sandwänden diese Hebung verzögert.

Da letztere gewöhnlich so stark ist, dass der Sand leicht zu fest gestampft werden würde, so dienen die oben angeführten Gegengewichte zu ihrer Ueberwindung. Hat die Vorrichtung den oberen Rand des Kastens erreicht, so wird die Muffe besonders eingeformt, wie bei dem früheren Verfahren.

Die stehende Formerei machte, namentlich wenn sie mit Maschinen betrieben werden soll, bedeutende Anlagekosten nothwendig, und nicht überall bot die Localität die passende Gelegenheit zu ihrer Anwendung, da die Dammgruben zur Aufstellung der Formen in grossen Dimensionen angelegt werden mussten. Es versuchten vielleicht deshalb Waltjen & Co. in Bremen die horizontale Formerei ebenfalls durch maschinelle Vorrichtungen zu erleichtern.[1])

Es sollte diese Vorrichtung die Röhrenformen in ungetrocknetem Sande so fest liefern, dass sie aufgerichtet und in Dammgruben stehend abgegossen werden konnten, und scheint dazu das bereits angeführte Newton'sche Verfahren beim Röhrenformen die Grundlage gegeben zu haben.

Anschliessend an ähnliche Maschinen zur Kastenformerei, auf welche später zurückgekommen werden soll, bestand diese Maschine aus einem oben platten Tische von Gusseisen, in welchem sich durch Excentrics bewegbar ein Modellbrett heben und senken liess, auf dem ein halbes Röhrenmodell sich befand. Aber auch dies Modell konnte in dem Modellbrette sich etwas senken und wieder gehoben werden.

Beim Beginne der Arbeit stand das Modellbrett auf seinem niedrigsten Stande, während das Modell vollständig auf demselben lag.

Man setzte nun auf den Formtisch einen Rahmen von Holz, welcher ziemlich den Dimensionen des späteren halben Formkastens entsprach, füllte denselben mit Sand, der einigermaassen fest gedrückt wurde, hob ihn dann ab und setzte die oben geschlossene Formkastenhälfte an seine

1) Polytechnisches Centralblatt 1857, Bd. III, S. 234 und Hartmann, Eisengiesserei 1863, S. 327.

Stelle. Indem nun das Modellbrett mit dem Modelle gehoben wurde, drückte es den Sand in dem auf der Tischplatte mit Haken befestigten Kasten fest, und wenn es seinen höchsten Stand, die Oberfläche des Tisches, also gleichzeitig den unteren Kastenrand erreicht hatte, so war nicht nur das Modell genau abgeformt, sondern der Formsand hatte durch den überall gleichmässigen Druck auch die genügende Festigkeit zur Aufstellung und zum Abgusse erlangt.

Nun wurde das Modell allein um etwas gesenkt, löste sich dabei vom Sande ab, welcher an den Kanten durch das dem Modelle genau angepasste Modellbrett so zurückgehalten wurde, dass er nicht abreissen konnte; die Haken des Kastens wurden gelöst und dieser, der nun die halbe fertige Form enthielt, abgenommen. Ueber die Leistungsfähigkeit dieser Maschine ist nichts mitgetheilt, namentlich darüber nicht, ob sie in gleicher Zeit bedeutend mehr Formen schaffte, als die Handarbeit bei liegenden Formen, mit welcher sie den Uebelstand gemein hatte, dass die Röhren zwei Gussnähte hatten, welche die stehende Formerei sonst vermeidet.

Diesem Verfahren etwas ähnlich ist ein von Downie in Schottland angegebenes, bei welchem das volle Modell halb aus dem als Modellbrett dienenden Unterkasten hervorragte und auf demselben im aufgesetzten halben Kasten eingestampft wurde. Durch theilweise centrische, theilweise excentrische Zapfen, welche am Modelle sich befanden und im Unterkasten Auflager hatten, wurde bei hervorgebrachter Drehung des Modelles zunächst die Form durch die Reibung bei centrischer Drehung geglättet, dann aber das Modell aus der Form gelöst, indem es sich in den bleibenden Unterkasten hineinsenkte. Für liegende Formerei schien dieser Apparat einige Vortheile darzubieten, dennoch muss er wenig zur Verwendung gelangt sein.

Ein von dem früheren ganz abweichendes Verfahren zur Herstellung hohler Gusswaaren, namentlich auch schwacher Röhren, wird durch Krohn in Wien im Polytechnischen Journal 1859, Bd. III, S. 461 kurz beschrieben, indem er angiebt, dass Shanks in London senkrecht stehende Formkasten ohne Kern benutzt, während über die Herstellung der Form selbst nichts gesagt wird. Diese Kasten wurden angeblich durch mechanische Vorrichtung in eine Drehung um ihre Längsachse mit gewisser Geschwindigkeit versetzt, und während dieser Drehung wurde eine ihrem Gewichte nach bestimmte Menge flüssigen Eisens in sie hineingegossen.

Durch Centrifugalkraft sollte nunmehr dies Eisen an den Wänden der Form in die Höhe steigen und ein Rohr von beliebiger Stärke, je nach der Menge des eingegossenen Eisens, liefern, dessen Wände gleichmässig stark, aussen und innen vollkommen glatt, von dichtem und festem Eisen und ohne alle Luftlöcher und Blasen sein sollten. Die Wandstärke der so gegossenen Röhren sollte dabei bei 3 Zoll weiten, 12 Fuss langen Röhren bis auf eine Linie ohne Nachtheile sich ermässigen lassen. (?!)

In Deutschland wie wahrscheinlich auch anderwärts sind diese Röhren nicht in den Handel gekommen, es lässt sich deswegen kaum auf einen günstigen Erfolg dieser Darstellungsart schliessen, welche dem später noch vielfach versuchtem Centrifugalgusse angehört.

Im Zusammenhange mit der Röhrenformerei ist hier noch eine Kernspindel zu erwähnen, welche mit Vorrichtung zum Ausdehnen und Zusammenziehen versehen und von Cochrane erfunden worden ist. Diese Kernspindel, nur für Röhren von grösserem Durchmesser anwendbar, bestand in ihrem äusseren Umfange aus vier Kreissegmenten von der Länge des Kernes, welche unter sich durch Längsfalze verbunden waren, so dass sie durch Verschiebung innerhalb dieser Falzen den Durchmesser der durch sie gebildeten Spindel verändern konnten. — Mit den Stirnwänden der Spindel waren diese Segmente durch Eingreifen in eine Nuth oder durch zwei übergreifende Ringe so verbunden, dass bei ihrer seitlichen Bewegung eine Verschiebung in der Länge unmöglich war.

Nach der inneren Seite hatte jedes Segment zwei vorspringende Rippen und an diesen 3—4 noch etwas mehr hervorstehende kleine schiefe Ebenen, welche nach derselben Richtung abfielen. — Innerhalb dieses Systems war ein viereckiges eisernes Rohr befindlich, das durch Stifte getragen wurde, welche ihrerseits durch beide Stirnwände des Kernes gingen.

Auf diesem Rohre befanden sich den oben genannten schiefen Ebenen entsprechende Flächen, welche die entgegengesetzte Neigung wie die in den Segmenten befindlichen hatten.

Einer der tragenden Stifte war mit einem Schraubengange in einer Büchse der Stirnwand versehen, während der zweite, innerhalb des viereckigen Rohres verschiebbar, nur in der Stirnwand festsass, so dass durch eine Drehung der Schraube das viereckige Rohr eine Verschiebung in der Längsrichtung erhielt. — Dabei traten die schiefen Ebenen mit einander in Berührung und das obere, aus Segmenten bestehende Rohr war gezwungen, sich bei Erweiterung der Falzen auszudehnen, während die Rückbewegung der Schraube es auf seinen früheren Durchmesser brachte. — Damit die Segmente nicht auseinanderfielen, waren sie durch Schrauben verbunden, deren Köpfe in Kästchen lagen, welche an der Unterfläche der Segmente sich befanden und oben durch Blechdeckel geschlossen wurden. Diese Schrauben gestatteten die im Ganzen unbedeutende Ausdehnung des Kerndurchmessers, die aber hinreichte, um ein Nachgeben der Kernspindel, auf welche nur ein ganz schwacher Lehmüberzug aufgetragen wurde, beim Schwinden des gegossenen Rohres möglich zu machen.

Es verstand sich hierbei von selbst, dass bei dem inneren Rohre die Eisenwände so viel als möglich durchbrochen worden waren, um sein Gewicht auf das Geringste zu beschränken, und muss noch bemerkt werden, dass die beiden Stifte in den Stirnwänden gleichzeitig die Auflagerpunkte der Spindel beim Auftragen des Lehmüberzuges bildeten.[1])

Aeltere Vorrichtungen und Maschinen zum Einformen der Eisenbahnstühle.

Eine gleiche Veranlassung zur massenhaften Darstellung, wie bei den Röhren, fand sich bald bei den Schienenstühlen für Eisenbahnen und

1) Zeichnung der Spindel mit Patentbeschreibung findet sich u. a. auch in Hartmann, Eisengiesserei, 1863, S. 342.

finden sich sehr frühzeitig auch Vorrichtungen zur ihrer leichteren maschinellen Herstellung beschrieben.

Nach einer Mittheilung von Brown in Birmingham[1]) suchte derselbe die Formerei der Eisenbahnstühle dadurch zu erleichtern, dass er die inneren Wangenflächen derselben in dünnen Schalen goss.

Das Modell wurde auf das Formbrett gestellt, der Kasten darüber, und dann die gusseisernen kaum bearbeiteten Schalen, die genau den inneren Flächen gemäss gegossen waren, dicht an den inneren Modellseiten angelegt und durch Sandeinstampfung an ihrer Stelle festgehalten, während gleichzeitig das Modell in seinen obigen Theilen umstampft wurde. Dann wurde das Modell beklopft und mit gewöhnlichen Modellschrauben ausgehoben, wobei die Schalen als Leitungen dienen sollten. Hieraus ergab sich, dass die auf diese Weise eingeformten Stühle entweder keine Neigung nach innen haben konnten, oder dass bei ihnen alle nach innen überhängenden Theile in der Schale enthalten sein mussten, da es sonst unmöglich gewesen wäre, die Modelle geradlinig zu entfernen. Der Oberkasten wurde auf besonderem Formbrette mit Einguss und Luftpfeife geformt und zum Abgusse aufgesetzt.

Die Schalen sollten sich leicht lösen und viele Güsse aushalten.

Brown erwähnt hierbei einer früheren ähnlichen Methode von Ransome und May, bei welchen die Schalen an den Kasten leicht beweglich befestigt gewesen seien und von jedem Stuhle losgeschlagen werden mussten, ein Uebelstand, der bei seinem Verfahren vermieden wäre.

Um das mühsame Herausheben der Modellstücke, welche die überhängenden Backen der Schienenstühle bilden und nach dem Verfahren von Brown seitwärts aus der Form genommen werden mussten, da sie sich nicht senkrecht mit herausziehen lassen, möglichst zu vermeiden, hatte man eingelegte Massekerne für diese Backenstücke angewendet; dafür benutzte A. Muir in Glasgow massive eiserne Kernstücke, welche durch je zwei Modelle, die zusammen eingeformt wurden, hindurch gingen und Vorsprünge besassen, welche in Nuthen, die durch das Modell hervorgebracht waren, ihr Auflager fanden. Die Nagellöcher wurden gleich mitgeformt, indem sie in zwei kurze conische Theile zerfielen, und wurde das eiserne Kernstück nach dem Gusse herausgeschlagen.[2])

Erst Jobson wandte das mechanische Ausheben der Schienenstuhlmodelle an[3]), wodurch das Ausklopfen und Heben erspart und gleichzeitig eine ganz genaue Form der Stühle erreicht wurde, während die Arbeit selbst durch ganz ungeübte Arbeiter geschehen konnte. — Das Modell war so getheilt, dass die überhängenden Backentheile zwar von demselben getrennt, aber durch Charniere oben mit ihm verbunden blieben. Zwischen dem Hauptmodelle und diesen Backenstücken waren etwas nach oben verjüngte Modelltheile eingesetzt; wurden diese nach unten herausgezogen, so senkten sich die Backenstücke, und es wurde so möglich, dieselben gleichzeitig mit dem Hauptmodelle ebenfalls senk-

1) Hartmann, Berg- und hüttenmännische Zeitung 1852, S. 737.
2) Dingler's Journal 1856, II, S. 337.
3) Ebendaselbst 1857 I, S. 92.

recht aus der Form zu ziehen. — Beide Bewegungen des Modells wurden mechanisch bewirkt.

Das Modell oder vielmehr zwei Modelle standen auf einem oben platten eisernen Formtische, unter dem sich zwei Hebelsysteme befanden. War nun der Sand im gewöhnlichen Formkasten eingestampft, so wurden zunächst durch einen Hebel, der mit vier anderen Hebeln in Verbindung stand, die vier keilförmigen ausziehbaren Stücke aus dem Modell entfernt, so dass die beweglichen Backenstücke ihre Lage veränderten und sich so legten, dass sie dem Ausziehen des Modells kein Hinderniss bereiteten. Dann wurde durch eine zweite mit vier Excentriks versehene Hebelvorrichtung die Platte des Tisches gehoben, während die Modelle in ihrer früheren Lage stehen blieben. Hierdurch wurden die Modelle frei und der Kasten konnte abgenommen werden. Die Nagellöcher blieben, wie vorher, sofort stehen und der Oberkasten wurde besonders geformt.

So geistreich diese Vorrichtung erdacht und ausgeführt war, so erschien dieselbe doch etwas zu verwickelt im Bau, dass sie gerade für Schienenstühle wenig in Anwendung gelangt ist. — Die Leistung von 1000 Stühlen in einem Tage wurde auch mit einer etwas einfacheren Einrichtung erreicht, die ebenfalls von Jobson herrührte und weiter unten erwähnt werden soll.

Die Theilung des Modells mit nicht gleichzeitiger Aushebung der einzelnen Theile verfolgte auch Benson James in Derby[1]), indem er die zunächst in der Form bleibenden, untergreifenden Backenstücke so anbrachte, dass sie sich in Nuthen bewegten. Hatte die durch Lenkstangen geleitete geradlinige Aushebung des Hauptmodells die Form frei gemacht, dann wurden die Theilstücke desselben an den richtigen Stellen durch Aufhalten festgehalten und nun, da sie ihre Richtung durch die eigene Schwere änderten, ebenfalls noch geradlinig ausgehoben. — Eine ganz sichere Arbeit, wie durch das Jobson'sche Verfahren, wurde indess nicht erreicht.

Während hier die Entfernung der überhängenden Stücke Hauptsache war und keine mechanische Hebung oder Senkung des Modells stattfand, wurde letztere die Hauptaufgabe eines Verfahrens, welches Hartmann nebst Skizze in seinem Handbuche der Eisengiesserei (1863, S. 317) ohne Nennung des Erfinders angiebt.

Der Apparat dazu besteht in einem gusseisernen Kasten, oben mit einer gehobelten Deckplatte, in welcher sich ein der Fussplatte des Schienenstuhlmodells entsprechender Ausschnitt befindet. Das auf einer zweiten Platte befestigte Modell ist von unten her so weit eingeschoben, dass es in der höchsten möglichen Stellung genau mit seiner nach dem Abgusse bleibenden Unterfläche über der Kastenplatte steht, und wird dasselbe wie gewöhnlich eingeformt. An der Platte des Modells befindet sich eine Spindel, welche durch zwei Leitungen gerade geführt und durch einen Hebel, der seinen Stützpunkt an der Kastenwand findet, auf und nieder bewegt werden kann. Mit demselben wird das Modell senkrecht aus der Form gezogen, während eine Feder ihn, wenn das Modell hochsteht, festhält, so dass ein Rücken nicht stattfinden kann. Die überragenden Theile müssen hierbei besonders in einzelnen Ansatz-

1) Dingler's Journal 1857, III, S. 339.

stücken ausgezogen werden, oder sie werden bei massivem Modelle durch Kerne von Masse oder Eisen, endlich auch durch miteingesetzte Lehmform-Kernstücke gebildet.

Bei einfacher Construction gewährt dieser Apparat durchaus nicht die Vereinfachung der Arbeit, wie der früher beschriebene Jobson'sche, noch weniger aber wie der im Jahre 1860 bekannt gewordene zweite Jobson'sche Formapparat für Schienenstühle.[1])

Eine Zeichnung und genauere Beschreibung des Letzteren befindet sich nach einer Mittheilung von Max Eyth im Polyt. Journal 1863, I, S. 1, Fig. 13 u. 14, und hat diese Vorrichtung neben dem durchaus senkrechten Ausziehen des Modells aus der Sandform noch den bedeutenden Vorzug, dass sie das Umdrehen und Abheben des Kastens — eine Arbeit, die unnöthige Zeit und Kraft des Arbeiters in Anspruch nimmt — selbst verrichtet.

Ein gusseisernes, aus zwei am Fusse mit einander verbundenen Ständern bestehendes Gerüst trägt in zwei Lagern einen flachen gusseisernen Kasten, der an seinen Seitenwänden mit starken gedrehten Zapfen versehen ist. Auf diesen Zapfen ist der Kasten um seine Längenachse drehbar, aber nur nach einer Richtung, indem Ansätze am Zapfen auf der Hinterseite ihm eine genaue horizontale Lage in der Ruhe sichern und ein Hebel mit starker Belastung ihn in dieser Lage festhält. Auf der Oberplatte dieses Kastens ist das Modell befestigt, über dasselbe wird ein Formkasten gestellt und mit drehbaren Knaggen befestigt, dann mit Sand gefüllt und angemessen eingestampft. Nach dem Abstreichen wird ein Eisenblechplättchen übergeschoben, welches durch Haken über den oberen Kastenrand greift und so denselben schliesst. Dann kehrt man durch Hülfe des Hebels den ganzen Kasten um, so dass der gefüllte Formkasten nach unten hängt. — Unter der drehbaren Formvorrichtung befindet sich ein zweiter schmiedeeiserner Tisch, welcher durch einen zweiten Hebel, der eine Welle und zwei Gelenkstangen in Thätigkeit setzt, gehoben und gesenkt werden kann, während zwei Gegengewichte, über gusseiserne Rollen laufend, das Gewicht des Kastens balanciren. In seiner höchsten Stellung berührt dieser Tisch den hängenden Kasten und das darunter befestigte Blech; der Former löst nun die den Formkasten haltenden Knaggen von oben und der Kasten sinkt mit dem Tische, während das Modell hängen bleibt, bis auf die niedrigste Stellung des Tisches, in welcher er im Niveau einer kleinen Schienenbahn sich befindet. Auf diese wird der Kasten geschoben, die Modellstücke herausgenommen, der besonders geformte Oberkasten mit Einguss und Luftlöchern aufgesetzt und sofort in einiger Entfernung vom Former abgegossen.

Die erste Mittheilung über diese Art der Schienenstuhlformerei erwähnt noch einer besonderen Vorrichtung, durch welche die Aushebung der übergreifenden Backenstücke mechanisch bewirkt wird, und zwar, indem diese, ähnlich dem früheren Jobson'schen Verfahren, vor dem Umdrehen des Formkastens in besonders gestalteten Modellstücken mittelst einer Schraube durch den Fuss des Modells gezogen werden. Doch scheint Jobson selbst diese Einrichtung verworfen zu haben, da

1) Hartmann, Berg- und hüttenmännische Zeitung 1860, S. 253.

sie nach Stentz bei den 1862 zur Industrieausstellung in London gekommenen Maschinen nicht mehr angewandt war.

Zum Einformen von Eisenbahnstühlen mit Glocken unter denselben, wie sie englische Giessereien in neuerer Zeit in bedeutender Menge fertigten, schlug White eine Maschine vor[1]), die sich nach seiner Angabe zu allen Gegenständen eignete, die in einem Kasten geformt werden können und hinreichende Verjüngung haben. Diese Maschine bestand aus drei Ständern, zwischen denen sowohl oben wie unten sich durch mechanische Kraft eine Welle drehte, an welcher sich je zwei Krummzapfen befanden. Bei gleichzeitiger Drehung befanden sich die Krummzapfen der obern Welle in ihrer tiefsten Stellung, wenn die der untern Welle ihren höchsten Standpunkt einnahmen. An Lenkstangen, gerade geführt durch Führungen in den Ständern selbst, hingen nun mit der obern Welle Platten zusammen, welche an ihren unteren Flächen die Modelle trugen, und zwar nach unten hin verjüngt, während die untere Welle Tische hob, auf denen sich die Formkasten befanden. Waren diese mit Sand gefüllt, so wurde die Maschine in Bewegung gesetzt, und die Krummzapfen näherten sich Modell und Kasten so, dass ersteres sich in den Sand des letzteren eindrückte und diesen zugleich festdämmte. — Die weitere Umdrehung der Wellen entfernte beide Theile wieder von einander und der Kasten wurde auf einer im untern Niveau des Tisches liegenden Eisenbahn fortgeführt.

Ebenso sollte eine Eisenbahn die Kasten der Maschine zuführen und eine Becherkette den Sand aus einem Vorrathskasten heben und ihn in die leeren Kasten einfüllen, so dass zwei Menschen im Stande sein sollten, stündlich mit dieser durch Dampfkraft bewegten Presse 300 Stück Schienenstühle — allerdings nur in angegebener Form — zu fertigen. Ob diese Formenpresse irgendwo in Thätigkeit gekommen, ist nirgends mitgetheilt; ihre einfache, rohe Arbeit liess nach damaligen Beobachtern und Berichterstattern auch wenig Erwartungen für eine irgend saubere Ausführung der Form, für gleichmässige Dichtigkeit des Sandes hegen, und schien nach dem Genannten der unverhältnissmässige Ausschuss bei ihren Fabrikaten leicht die Vortheile aufzuheben, welche ihre grosse Productionsfähigkeit versprochen hatte.

Einformen von Geschützkugeln.

Ein drittes Product der Eisengiesserei, welches früher mehr als jetzt in bedeutenden Mengen zur Darstellung kam, ist die Munition für Geschütze, sowohl in Vollkugeln als in Hohlkugeln verschiedener Gestalt, bei welchen letzteren nach früheren Berichten ursprünglich in den meisten Fällen kein concentrischer Durchschnitt, sondern eine sehr genau bestimmte Excentricität gefordert wurde. — Auch bei dieser Fabrikation hat man früh versucht, mechanische Hülfsmittel anzuwenden, und zwar war es zunächst die Centrifugalkraft, welche man zu ihrer Herstellung dienstbar zu machen suchte.

Unter Anderen gab Richard Peters in London[2]) die Zeichnung einer sehr einfachen Vorrichtung an, um mittelst Riemen eine Kugel-

1) Dingler's Journal, 1859, II, S. 9.
2) Polytechnisches Journal Bd. 141, S. 100.

form in eine doppelte, schnelle Bewegung, sowohl horizontal als vertikal, zu versetzen. In diese aus zwei Theilen versehene hohle Form sollte das flüssige Eisen durch ein bis zu ihrer Mitte reichendes Rohr geführt werden, nachdem sein Gewicht auf die geforderte Eisenstärke berechnet war, dann sofort die Drehung eintreten, wodurch das Hohlgeschoss sich mit durchaus gleichmässiger Eisenstärke bilden sollte. An der oberen Oeffnung war ein eiserner Ring angebracht, der, mit eingegossen, das Mundloch der Kugel bildete und innen zur Aufnahme des Zünders mit einem Schraubengewinde versehen war.

Dasselbe Princip verfolgte auch Shanks in London [1]), der für concentrische Geschosse dieselbe fortwährende Geschwindigkeit der Bewegung annahm, während er für excentrische Kugeln eine Differential-Seilrolle vorschlug, nämlich eine Riemscheibe von conischer Gestalt, auf welcher der Laufriemen so verschoben wurde, dass die flüssige Masse in abnehmender Progression aufstieg. Es erhielten dann die Kugeln unten eine grössere Eisenstärke als oben und sollten so für die englische Marine geeignet gewesen sein.

Derartige Methoden sind unter heutigen Verhältnissen nicht mehr denkbar und haben selbst damals wohl nur geringe Verbreitung gehabt.

Auf einfacherem Wege suchten zuerst Rob. Jobson und John Jobson zu Dudley die Herstellung von Geschossen auf dem Wege des Gusses zu erleichtern. [2]) Die Modellbretter, von Metall und auf beiden Seiten gehobelt, hatten genau die dem halben Durchmesser der Kugeln entsprechende Stärke und eine Anzahl runder Oeffnungen ebenfalls vom Durchmesser der Kugeln.

Die ungetheilten Modelle lagen darnach auf einer zweiten derartigen Platte genau so in diesen Oeffnungen, dass ihre Hälfte frei war. Diese wurde in gewöhnlicher Art in einem aufgesetzten Kasten eingeformt und so eine Reihe von Unterkasten hintereinander vollendet, die Eingüsse ausgeschnitten, umgekehrt und fortgestellt. Dann kehrte man unter Auflegung einer anderen Platte den ganzen Apparat um, stampfte über der andern Hälfte die Oberkasten ein und setzte diese, die natürlich alle genau zu einander passen mussten, zum Abgusse auf die bereits früher geformten Unterkasten.

Ein besonderer Vortheil dieser Formmethode gegen die gewöhnliche erschien selbst damals den Berichterstattern kaum ersichtlich.

Ein eigenthümliches Verfahren wurde für Kugeln, wie für Geschirre, von Page und Robertson in Dundee vorgeschlagen [3]), zu welchem Verfahren die Zeichnungen von zwei Apparaten bekannt geworden sind.

Ein gusseiserner Doppelständer enthielt zwischen gehobelten Leitungen eine Tischplatte, welche mittelst einer durch Riemscheiben bewegten Welle, auf welcher zwei an Rollen gleitende Excentrics sich befanden, in die Höhe gehoben werden konnte.

Auf diesem Tische stand der Formkasten, während oben am Ständer sich ein halbes Kugelmodell befand, nach oben durch ein Ringstück gedeckt, welches die Kastenwand überragte und dadurch das Modell

1) Nach C. Krohn's Mittheilung Dingler's Journal 1859, III, S. 462.
2) Dingler's Journal 1856, IV, S. 418.
3) Ebendaselbst 1856, IV, S. 184.

nicht zu tief einsinken liess. Zwischen diesem Ringe und dem Ständer lag ein Gummiring oder eine Feder, welche dem Modell eine geringe Bewegung gestattete, so dass dessen Ausheben ohne Verletzung der Sandkanten erfolgte.

Es diente diese Maschine zur Vollendung der Form, indem durch Drehung der Welle der Formkasten, in welchem der Sand anf einer andern Maschine bereits vorbereitet war, gegen das Modell gedrückt wurde und sich dann wieder von ihm löste, nachdem er die genau richtige Form erhalten hatte. — Vorher war unter der andern Maschine der Kasten bereits wie gewöhnlich mit Sand gefüllt und dieser durch einen mittelst Schrauben und Getriebe bewegten Stempel zusammengedrückt worden, worauf eine zweite Vorrichtung durch einen sich drehenden Schieber mit kreisförmiger Unterkante der Sandform die annähernde Gestalt einer Halbkugel gegeben hatte. Die Bewegung eines Formkastens mit dreimaliger Bearbeitung, um nur eine halbe Kugelform zu erzeugen, wobei Eingüsse und Kernmarken noch besonders anzubringen waren, schien schon den älteren Berichterstattern nicht für die gewerbliche Anwendbarkeit dieser Vorrichtungen zu sprechen.

Bedeutend einfacher und sicherer war bereits ein Formapparat von Downie in Glasgow.[1]) Ein conisches gusseisernes Gefäss mit durchbrochenen Wänden trug eine gedrehte Platte mit genau kreisrunder Oeffnung, durch die das halbe Modell hindurch geschoben wurde, so dass es, oben genau eine Halbkugel bildend, unten durch einen abgedrehten Rand in seiner Bewegung nach oben gehemmt wurde, während durch ein darunter liegendes horizontales Getriebe eine Drehung des Modells um seine senkrechte Achse, sowie durch eine Hebelvorrichtung ein Senken desselben nach unten stattfinden konnte.

Für jede Formkastenhälfte war eine solche Vorrichtung vorhanden und passten die zusammengehörenden Formkasten, welche an ihren Berührungsflächen übereinandergreifende Ränder hatten, genau zu einander, wie zu den Apparaten.

Auf jeder der beiden Vorrichtungen wurde eine Kugelhälfte geformt, durch das Getriebe das Modell gedreht, um es zu lösen und die Form zu glätten, dann durch den so lange von einer Feder gehaltenen Hebel ausgezogen und der Kasten zur weitern Herstellung der Kugel abgenommen.

Fast gleich dieser Vorrichtung waren einige von M. Eyth beschriebene Kugelformeinrichtungen, welche vom Arsenal in Woolwich 1862 in London ausgestellt waren.[2]) Auf dem eisernen Formtische befanden sich zwei Vorrichtungen, um durch zwei Arbeiter gleichzeitig die beiden Kugelhälften einformen zu lassen, und fand die Feststellung der Kasten durch ihre eigenen Stifte und Laschen, ihr Festhalten durch zwei seitlich stehende drehbare Knaggen statt, während das Ausziehen des Modells durch eine gezahnte Stange geschah, welche mittelst einer Kurbel und zwei conischer Rädchen bewegt wurde. Eine Drehung des Kugelmodells geschah nicht, dagegen konnte dasselbe in jeder Stellung durch ein Sperrrad festgehalten werden.

1) Hartmann, Handbuch der Eisengiesserei, 1863, S. 296.
2) Dingler's Journal 1863, I, S. 1.

Zur Herstellung der Massekerne für die Hohlgeschosse dienten metallene ausgedrehte Kernkasten wie in Deutschland; doch bestanden dieselben — vielleicht nur einer in England eingelegten Blechcalotte wegen — aus mehr Theilen als hier, nämlich aus zwei durch Schrauben zusammengehaltenen Viertelkugeln, während die obere Hälfte durch vier Kugeltheile und einen Stöpsel gebildet wurde.

Die ältere deutsche Einrichtung, wie sie namentlich bei excentrischen Geschossen angewandt wurde, war einfacher und lieferte erfahrungsmässig durchaus genaue und vorschriftsmässige Kerne.

Einformen von Geschirren.

Die Geschirrformerei oder der Poterieguss hat von jeher seine Producte in zahllosen Wiederholungen derselben Gestalt hergestellt; es haben früher indess verhältnissmässig wenige Versuche stattgefunden, derselben durch ein mechanisches Verfahren zu Hülfe zu kommen.

Es mag dies daher rühren, dass gerade hierbei die damit beschäftigten Former bald eine so ungemeine Gewandtheit und Sicherheit erlangen, dass es jeder maschinellen Vorrichtung schwer wird, ihre Leistungsfähigkeit zu übertreffen.

Zuerst ist wohl das Verfahren von Inglis und Cowie in Glasgow [1]) zu erwähnen, welches das allgemein übliche Einformen der hohlen Modelle und die gleichzeitige Bildung von Mantel und Kern über einem Modell verwirft und für jedes besondere Modell vorschreibt.

Das Modell zum Mantel war in Einem Stücke von Metall gedreht und wurde, ähnlich dem jetzigen Verfahren, in einem dreitheiligen Kasten eingeformt, wobei bei der ersten Hälfte des Mittelkastens, welche durch Vorsprünge der das Modell tragenden Platte in bestimmter Stellung erhalten wurde, ein besonderes Modellbrett den Sand an der Seite zurückhalten musste. Den Fuss des Modells bildete über der Grundplatte eine conische Platte von 25—40 mm Stärke, welche genau mit einer Sandleiste am Kerne übereinstimmte, so dass sich an dieser Stelle Kern und Mantel aneinanderlegten.

Das Einformen von Füssen und Henkeln, sowie die Bearbeitung der Form geschah in gewöhnlicher Weise.

Der Kernkasten, in seinen Dimensionen um die Eisenstärke schwächer als das Mantelmodell, war ebenfalls zweitheilig und hatte an seiner obern Oeffnung den Raum zur Aufnahme des vorher genannten conischen Ringes.

Beide Kernkastenhälften wurden zusammen in einen sie genau umschliessenden und zusammenhaltenden Ring gepasst und über dieselben wurde alsdann ein niedriger Formkasten, der später den Unterkasten für die Form bildete, gestellt. Nun wurde der Kernkasten vollgestampft, dann umgedreht, nach Lösung des Ringes die beiden Kastenhälften abgezogen, der Mantel eingesetzt, die Form geschlossen und abgegossen.

Eine wirkliche Zeitersparniss scheint hierbei kaum eingetreten zu sein, dagegen liess sich bei besonders gut gearbeiteten Modellen und

1) Polytechnisches Journal 1856, II, S. 192.

Kasten eine schwache und gleichmässige Eisenstärke erwarten, während gleichzeitig die häufige Zerstörung der üblichen schwachen Formmodelle vermieden wurde.

Gegenüber dieser eben geschilderten scheint die Methode von Page und Robertson[1]) mehr Zeit in Anspruch genommen zu haben, indem der lose eingestampfte Sand einer Kastenhälfte zuerst durch einen verschiebbaren Tisch unter rotirende Schabeisen gebracht wurde, welche dem Sande ungefähr die Form des Geschirres gaben. Dann erst wurde der Sand unter eine Modellhälfte gepresst, welche die Form vollendete und den Sand genügend festdrückte.

Bei geraden Böden gewöhnlicher Töpfe würde sich die Form nach diesem Verfahren kaum vom Modelle ohne Beschädigung haben abziehen lassen.

Der Kernkasten bestand ebenfalls aus zwei Hälften, welche zusammen der innern Form des Geschirres entsprachen. Jede Hälfte wurde mit Sand gefüllt, dieser zusammengedrückt und ausgeschabt, so dass nur eine ziemlich dünne Lage Sand im Kernkasten blieb.

Dann wurden beide Hälften um einen hohlen und durchlöcherten Metallkern, der ungefähr die Topfform, aber verkleinert, besass, und zwischen zwei Wänden, deren eine durch eine Schraube verschiebbar war, zusammengepresst. Wurde dann die Schraube gelöst und waren auch die Kernkastenhälften fortgenommen, so blieb der Sandkern am Metallkerne haftend stehen, wurde wie bei dem früher genannten Verfahren mit dem Mantel umgeben und abgegossen. — Während, wie bereits erwähnt, das ganze Verfahren mehr Zeit als sonst in Anspruch zu nehmen schien, dürfte damals die Benutzung der hohlen Centralkerne einige Beachtung für sich in Anspruch genommen haben.

In Hartmann's „Handbuch der Eisengiesserei" (1863, S. 292) ist zur Mantelbildung ein Verfahren von Downie angegeben, während die Darstellung des Kernes nach der Inglis'schen Methode geschieht.

Auf einem eisernen Tische liegt im genau anschliessenden Ausschnitte das ganz runde Geschirrmodell, vorn mit dem conischen Ansatzringe wie bei Inglis versehen und gegen Verschiebung durch eine Nuth und Feder gesichert. Ueber das Modell wird ein halber Formkasten gesetzt und wie gewöhnlich eingedämmt. Durch ein an der Achse des Modelles befindliches Stirnrad, sowie ein darin eingreifendes Getriebe mit Kurbel wird nun dem Modelle eine drehende Bewegung gegeben, so dass sich die Form dadurch glättet.

Zwischen Stirnrad und Modell befindet sich aber noch eine etwas excentrische Scheibe, welche nur zum Theile rund, auf einer unter derselben liegenden platten Schiene streicht, welche letztere durch einen Keil gestellt werden kann.

Beim Einformen ist die höchste kreisrunde Stelle des Excentrics unten und hält das Modell hoch, aber nach kurzer Drehung und gleichzeitiger Glättung der Form senkt sich das Modell aus der Form, welche nun abgehoben werden kann, ohne dass Sand an den Kanten ausbröckeln kann. Beide Kastenhälften werden über demselben Modelle gefertigt, dann über den Kern zusammengestellt und abgegossen.

1) Polytechnisches Journal 1856, IV, S. 184.

Ansätze, wie Henkel und Ausgüsse, sind von dem drehbaren Modelle getrennt auf der Tischplatte befestigt und formen sich ohne Drehung mit ab.

Ein weiter abgeändertes Verfahren wandte Brown in Glasgow an.[1]) Auf einem ebenen Formtische war ein halbes Modell von starkem Metalle befestigt, das aber um die Dicke einer schwachen Platte höher war, als der halbe Durchmesser des Geschirres.

Diese glatte metallene Platte umschloss nun das Geschirr nach allen Richtungen ganz genau; auf dieselbe wurde der halbe Formkasten gestellt und mit Haken an den Tisch befestigt, dann vollgestampft, wobei Einguss und Henkel mit angeformt wurden.

Nach Vollendung des Einstampfens wurden die Haken gelöst und die Form konnte nunmehr mit der losen Platte zugleich vom Modell abgehoben werden, wodurch jedes Sandabreissen vermieden wurde. Der Kern wurde dabei wie bei Inglis besonders hergestellt, während das noch angegebene Herausziehen der Füsse mittelst Hebelvorrichtungen nicht für alle Formen der Geschirrfüsse anwendbar war. Beide Formhälften wurden auf einem Modelle gefertigt und dann zusammengestellt.

Ueber die Frage, ob die Anwendung von einem Modelle für Mantel und Kern oder von zweien für beide Formentheile vortheilhaft ist, konnten erst genaue Versuche entscheiden; dagegen ist aus allen den verschiedenen Arbeitsbeschreibungen beigefügten Zeichnungen ersichtlich, wie genau schon damals die englischen Former ihre Formkasten der Gestalt des Geschirres anschlossen, um möglichst wenig Sand zu gebrauchen und dadurch zugleich an Arbeit bei Behandlung desselben zu sparen.

Einformen anderer Gegenstände.

Für alle übrigen, damals selten in grossen Massen vorkommenden Gegenstände waren Maschinen wenig in Anwendung gekommen; erst in späterer, besonders neuester Zeit machte die Ausdehnung des landwirthschaftlichen Maschinenbaues in England und anderwärts die vielfach wiederholte Darstellung einzelner kleiner Maschinentheile, Getriebe, Lager u. s. w. nothwendig, und für diese traten nun die Maschinen sofort in Anwendung.

Eine der ältesten Vorrichtungen und für spätere Formmaschinen typisch oder vorbildlich geworden, war Jobson's Formmaschine. Beschrieben findet sich dieselbe zuerst im Polyt. Journal 1863, I, S. 4, in zwei Ausführungen, von denen die grössere bereits bei den Schienenstühlen näher erwähnt worden ist (S. 306). Je nach ihrer Grösse und der speciellen Anordnung für den jedesmal zu formenden Gegenstand verschieden, beruhten sie alle auf einem Principe, nämlich dem, den vorher am Modellbrett befestigt gewesenen vollgestampften Formkasten nach Lösung des Anschlusses langsam vom Modelle abzusenken und dabei beide lothrecht von einander zu trennen.

Bei ganz kleinen Gegenständen geschieht die Senkung des Kastens ohne Gegengewicht. Die an zwei Achsen in festen

1) Dingler's Journal 1858, III, S. 100.

Lagern drehbare Mulde, an welcher das Modellbrett befestigt ist, trägt den Formkasten, der wie gewöhnlich durch Knaggen gehalten wird, und wird in ihrer horizontalen Stellung durch einen Hebel festgehalten, der an den Lagerständern befestigt werden kann.

Diese Lagerständer sind runde Säulen, welche durch den Tisch hindurchgehen, unten verbunden sind, und nun durch Tritthebel mit verschiedenem Angriffspunkte gehoben und gesenkt werden, so dass die Mulde ihrer Bewegung folgen muss.

Ist der Kasten vollgestampft und mit einem durchlöcherten, den Kastenrand übergreifenden Bleche geschlossen, so löst der Arbeiter den Hebel, dreht die Mulde um und senkt sie mit einem Fusse bis auf den Tisch. Dort löst er die Knaggen, welche die Mulde mit dem Kasten verbinden; letzterer bleibt auf dem Tische stehen, während erstere durch den zweiten Hebel gehoben und in ihrer früheren Stellung umgedreht und wieder befestigt wird.

Dass statt der Hebel auch Excentrics angewandt werden können, welche auf einer durchgehenden Welle durch Kurbel oder Getriebe bewegt werden, versteht sich, wie für Krummzapfen mit beweglichen Zugstangen, von selbst. Eine grössere Maschine mit Gegengewichten zum Niederlassen der Kasten allein und nach der Umdrehung wurde oben bei den Schienenstühlen angeführt.

Zu solchen Gegenständen, welche keine Verjüngung zulassen, wie Zahnräder u. s. w., ist das System der schwingenden Maschinen mit dem der die Modelle ausziehenden vereinigt. Bei solchen Zahnrädern enthält die Mulde eine runde Oeffnung, etwas grösser als das Modell, welche um dieses herum mit einer möglichst harten Composition vollgegossen ist, so dass dieser Guss sich dicht und genau an das Modell anschliesst, welches um die Stärke desselben höher sein muss, als der Abguss werden soll.

Zwei Hebel unter der Mulde heben und senken das Modell um seine Höhe und sind anfangs und vor dem Stampfen in ihrer oberen Stellung festzustellen. Ist nun das Vollstampfen des auf der Mulde stehenden, durch Knaggen festgehaltenen Kastens vollendet, so ziehen zunächst die Hebel das Modell ohne jede Verletzung der Form aus dem Sande, dann wird die Mulde gedreht, der bewegliche Tisch gehoben, der Formkasten gelöst und mit dem Tische gesenkt. Der Oberkasten mit den Eingüssen wird, wenn er eine platte oder ebene Oberfläche hat, auf einer ebenen Platte eingestampft; sind Theile des Gussstückes auch in ihm enthalten, so muss auch für ihn eine besondere passende Vorrichtung, d. h. meist eine besondere Formmaschine hergestellt werden.

Wo es sich darum handelte, einzelne Kerne in grösserer Menge aus Sand darzustellen, benutzte Jobson eine ähnliche Maschine, mit welcher er sowohl den Unterkasten, auf dem die Kerne ruhten, als auch jeden einzelnen Kern durch kleine Kolben aus ihren Kernkästen hob; doch soll sich diese Vorrichtung am wenigsten bewährt haben.

Jedenfalls bieten diese Maschinen, auf welche später zurückgekommen werden soll, sofort die ausgedehnteste Verwendbarkeit im Gegensatze zu den vorher bekannten ähnlichen oder zu gleichen Zwecken erfundenen Vorrichtungen, da sie neben der grössten Sauberkeit in Aus-

führung der Formen eine Sicherheit und damit eine Schnelligkeit in ihrer Herstellung herbeiführten, die auf keinem anderen Wege zu erreichen gewesen war.

Zu den ältesten Apparaten derselben Klasse gehören noch die ebenfalls typisch gewordenen Formmaschinen von J. Howard in Bradford.[1]) Dieselben sind in ihrem Principe denen fast gleich, welche für Schienenstühle in Anwendung kommen. Sie beruhen auf dem einfachen Ausziehen des Modelles aus dem Sande durch eine Modellplatte hindurch, welche sich mit ihren ausgeschnittenen Oeffnungen genau an den Umriss des Modelles in der Ebene der Modellbrettfläche anschliesst. Die Modellplatten ruhen fest auf Tischen, so dass unter ihnen Raum für das Modell bleibt; die aufgesetzten Formkasten werden darauf befestigt, und findet das durchaus senkrechte Niederziehen des Modelles bei kleinen flachen Gegenständen durch einen Hebel mit Geradleitung, bei höheren Modellen durch eine cylindrische Spindel statt, die an ihrem unteren Ende eine Schraube trägt. Die auf- und absteigende Bewegung dieser Schraube wird durch eine Schraubenmutter bewirkt, welche in fester Lage mittelst konischen Getriebes und Kurbel gedreht werden kann.

Für kleinere Gegenstände, die deshalb nicht zu schwerer Formkasten bedürfen, wurde ihre Leistung von Anfang an als ganz vorzüglich bezeichnet, während für schwerere Kasten die Jobson'schen Maschinen mit Umkehrung des Kastens sie übertroffen haben sollen.

Beide Principien, das von Jobson und das von Howard, kommen in fast allen neuen Formmaschinen mehr oder minder deutlich erkennbar zur Verwendung und bietet sich noch reichlich Gelegenheit, darauf zurückzukommen.

Eine ebenfalls ältere eigenthümliche Anwendung der Maschinenformerei erwähnt Hartmann (a. a. O. S. 315), nämlich einer Vorrichtung, um Modelle für Holzschrauben mit geschlitztem Kopfe in Menge gleichzeitig in den Formsand einzuschrauben und ebenso wieder zurückzuziehen.

Näheres ist darüber nicht bekannt geworden und dürften gusseiserne Holzschrauben wohl kaum verbreitet gewesen sein, wogegen mit Maschinen geformte Schrauben noch besprochen werden sollen.[2])

1) Hartmann, Handbuch der Eisengiesserei, 1863, S. 344.

2) Gysser, Schwenkguss. Anschliessend an den Centrifugalguss von Röhren besprach der Verfasser an dieser Stelle in den früheren Auflagen des Werkes ein von R. Giesser in Hausen angegebenes Schwenkgussverfahren für kleinere Kunstgusswaaren.*)

Das Umformen des Modelles soll mit Gyps in keilförmigen Stücken geschehen; diese werden sauber bearbeitet und ciselirt, dann in Eisen abgegossen und wieder zusammengepasst, endlich mit festen Schalen umgeben, welche alle Theile zusammenhalten.

In diese eiserne Form, welche auf 50—60° R. angewärmt wird, giesst man eine kleine Quantität Eisen, lässt es kurze Zeit darin verweilen und giesst mit Umschwenken der Form das überflüssige Eisen wieder aus. Es soll sich dann eine schwache Eisenschale gebildet haben, welche genau die Form des früheren Modelles angenommen hat. Die Ausführung in grösserem Maassstabe soll vollständig gelungen sein.

*) Polytechnisches Journal 1863, I, S. 121.

Aelteste Einrichtungen und Maschinen zum Einformen von Zahnrädern ohne Modell.

Fast alle vorstehend angeführten maschinellen Formvorrichtungen arbeiteten mit Modellen; es dürften hier noch die bekannt gewordenen, meist wieder verlassenen Einrichtungen zu erwähnen sein, welche bei einigen Gegenständen die Modelle selbst ganz oder theilweise unnöthig machen sollten, und zwar tritt dieser Fall — abgesehen von dem ganzen Gebiete der Lehmformerei — fast nur bei Zahnrädern und diesen ähnlichen Gusswaaren auf.

Es sind dazu verschiedene Einrichtungen ausgeführt worden, deren einfachste die von Ferrouilh zu Lestang in Frankreich war.[1])

Er fertigte, um ein kostspieliges Modell für den Kranz eines gegebenen Zahnrades zu ersparen, nur einen Brettkranz an, der auf seiner Oberfläche die Theilung des zu formenden Rades erhielt, aber grösser ist als dieses.

Um einen Zapfen im Mittelpunkte dieses Kreises drehte sich nun ein genaues Lineal, welches da, wo es den wirklichen Kreis des Getriebes traf, mit zwei kleinen Modellstücken versehen war, in welchen jeder einzelne Zahn eingedämmt wurde. Die Arbeit mit dieser Vorrichtung war sehr einfach, musste aber vom Arbeiter sehr genau ausgeführt werden, so dass kaum ein mechanischer Vortheil dadurch erlangt wurde. Dennoch wurde sie in vielen Giessereien eingeführt und hat sich angeblich bewährt.[2]) Sie ist aber jedenfalls verschwunden und durch die später zu beschreibenden Zahnradformmaschinen ersetzt worden.

Bedeutend complicirtere Apparate zu demselben Zwecke waren auf der 1885er Ausstellung in Paris ausgestellt, darunter einer von de Louvrié zu St. Marc ebenfalls in Frankreich[3]), welchen er Theilspindel nannte. An der Stelle der Giesshütte, auf welcher die Zahnräder geformt werden sollten, befand sich an der Wand ein drehbarer Krahnarm von solcher Länge, dass er über den Mittelpunkt des grössten vorkommenden Rades fortreichte. An seinem Endpunkte trug er das Lager der eigentlichen Theilspindel, welche unten auf einer feststehenden Spitze, dem jedesmaligen Mittelpunkte der Form, ruhte. An seinem unteren Theile trug diese Spindel ein Schraubengewinde, und um dieses drehte sich, wie bei dem vorher beschriebenen Verfahren, und ebenfalls höher und niedriger feststellbar, ein Lineal, mit welchem die einzelnen Zahnkerne oder Zwischenraumstücke an ihre vorher zubereitete Stelle gebracht wurden. Die Bewegung der Spindel erfolgte durch ein Schraubenrad an ihrem oberen Theile, das durch eine Schraube ohne Ende mit Kurbel gedreht wurde.

Um aber die richtige Theilung für jede Zahl der Zähne zu erhalten, war an dem Krahnarme in einiger Entfernung von der Spindel ein kurzer Arm angebracht, welcher eine genau in Grade eingetheilte Scheibe trug, die sich über einem festen Zeiger drehte. Diese Theil-

1) Dingler's Journal, Band 131, S. 430.

2) Ein ähnliches Verfahren wurde angeblich lange Zeit auf dem ehemals fiscalischen Eisenwerk zu Sayn mit Erfolg angewendet.

3) Dingler's Journal 1856, III, S. 23.

scheibe hatte unter sich eine kleine einfache glatte Scheibe; eine ähnliche grössere trug die oben genannte Spindel, und beide berührten sich mit ihren Peripherien, so dass die kleinere sich durch Reibung beim Bewegen der grösseren Scheibe an der Spindel drehen musste. Diese Reibung wurde durch einen Lederstreifen am Rande einer Scheibe erhöht.

Sobald nun die Spindel in Bewegung gesetzt wurde, drehte sich auch die Theilscheibe, und es liess sich nun auf derselben genau nach der vorher bestimmten Zahl der Radzähne jeder Haltepunkt des unteren Lineales bestimmen. Neben dieses Lineal wurden die vorher gefertigten Kerne gestellt und befestigt, und scheint diese Vorrichtung durch die Genauigkeit ihrer Arbeit, sowie durch ihre unbedeutenden Kosten sich sehr empfohlen zu haben. Der Erfinder fertigte mit diesem Apparate durch geeignete Ansätze an das drehbare Lineal auch Rollen, Scheiben und gelochte Räder zu Holzkämmen, was bekanntlich später auch mit anderen Räderformmaschinen geschehen ist.

Bedeutend complicirter und theurer war ehemals noch die Maschine von Jackson in Manchester, welche sich gleichfalls auf jener Ausstellung befand.

Auf einem festen Fundamente, oben durch Arme, welche Metalllager trugen, hindurchgehend, stand eine Welle, welche eine horizontale Scheibe trug, deren Durchmesser dem der grössten Räder entsprach, welche darauf gefertigt werden sollten. Ihre Bewegung um die Achse erfolgte durch ein auf der stehenden Welle unter der Scheibe liegendes Schraubenrad und eine liegende, durch eine Kurbel zu bewegende Schraube, so dass schon die bekannte Zahl der Umdrehungen der Betriebsschraube eine sichere Theilung des ganzen Kreises hervorbrachte, welchen die sich mit derselben drehenden Platte beschrieb.

Nach unten hatte die Scheibe einen Rand, der sich in einer gusseisernen Rinne mit Wasser bewegte, so dass kein Staub in den Raum gelangen konnte, der die Schraubenräder einschloss, welche dadurch sonst bald ungenau gemacht worden wären.

Neben der Scheibe, und zwar dieselbe berührend, befand sich eine gehobelte Bahn, auf welcher sich ein Aufsatz horizontal fortbewegen liess, dessen Arm bis über den Mittelpunkt der Scheibe reichte, und gerade dort einen senkrecht beweglichen Schieber trug. Durch diesen Schieber wurde, wenn er in bestimmter Entfernung vom Mittelpunkte auf die Scheibe gesenkt wurde, ein Kreis auf derselben beschrieben.

Nachdem nun ein Formkasten auf die Platte gestellt und eingedämmt war, dessen Mittelpunkt mit dem der Platte zusammenfiel, wurde ein mit der Theilmaschine gearbeitetes Modell eines kleinen Theiles des geforderten Zahnkranzes an den senkrechten Schieber befestigt, mit diesem in den Formsand gesenkt und eingeformt, worauf es mit dem Schieber senkrecht wieder ausgehoben werden konnte.

Nach bestimmter Drehung der Scheibe fand Senken, Einformen und Heben wieder statt, bis der ganze Zahnkranz eingeformt war, während die Nabe wie gewöhnlich über einem Modell geformt, die Arme aber durch hohle Kernstücke gebildet und an entsprechender Stelle eingelegt worden waren. Während diese Maschine durch Sicherheit und Festigkeit sich auszeichnete, erschien sie vermöge ihrer kost-

spieligen Herstellung nur für solche grosse Giessereien geeignet, die sehr häufig zum Guss grosser Getriebeträder ohne Modell gezwungen waren, ein Umstand, der zum Theil noch heute für die meisten Räderformmaschinen zutrifft.

Nach einer Notiz in der Studienreise der Studirenden des Königlichen Gewerbeinstituts in Berlin (1859) wurden in der Ruffer'schen Giesserei in Breslau Zahnräder auf die Weise ohne Modell geformt, dass man eine stehende Welle in den festgestampften Sandboden einsenkte und als Drehachse für ein gusseisernes Rahmenstück benutzte, an dessen äusserem Ende ein Formstempel in senkrechter Führung auf- und abwärts geschoben werden konnte. Man stach mittelst dieses Stempels die Zähne einzeln oder paarweise aus und drehte den Rahmen jedesmal um einen entsprechenden Theil weiter. Durch eine Theilscheibe auf der Drehachse wurde das Rahmenstück mittelst eines federnden Stiftes in seinen Stellungen fixirt. Zum Formen der Radspeichen diente ein Modell. Diese Vorrichtung war an sich jedenfalls einfacher als die beiden zuletzt angeführten, während ihre Genauigkeit nach den Leistungen jener Fabrik genügend erschien, doch fand sie wohl wegen der entschiedenen Umständlichkeit der Manipulation keine weitere Verbreitung, wäre auch wohl bald von den neueren Maschinen überholt worden.

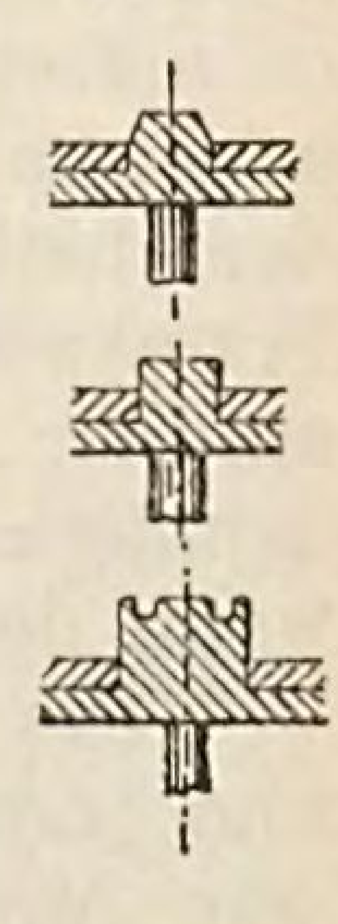
B. Einfluss der ersten Entwicklung der Formmaschinen auf die Ausbildung der vorhanden gewesenen Formereimethoden.

Stentz in seiner angeführten Studie über die Formmaschinenarbeit hat auch hierüber interessante Mittheilungen gemacht, welche noch heute, wo ja die Einführung der Formmaschinen zwar sehr bedeutend vorgeschritten, dennoch nicht allenthalben vollendet ist, einiges Interesse haben.

Arbeit an den Formmaschinen zum Ausziehen des Modells ohne Umkehrung.

Die damals fast ausschliesslich nur in englischen Giessereien in Anwendung stehenden Formmaschinen hatten in ihrer einfachsten Construction zunächst nur die Aufgabe, das Modell aus dem Sande zu ziehen (Howard'sches Princip). Aber sie erfüllten selbstredend diese Aufgabe mit einer Schnelligkeit und Sicherheit, wie sie die Handarbeit nicht zu bieten im Stande war. Sie kamen ja Alle, von ihrer sonstigen Zusammensetzung abgesehen, darin überein, dass das Modell für gewöhnlich auf der metallenen abgehobelten Formplatte zu liegen schien, dass es aber durch diese hindurchgezogen werden konnte, und zwar durch so genau mit den Modellumrissen übereinstimmende Oeffnungen, dass ein Mitführen und Abreissen von Formsand unmöglich war.

Fig. 145.



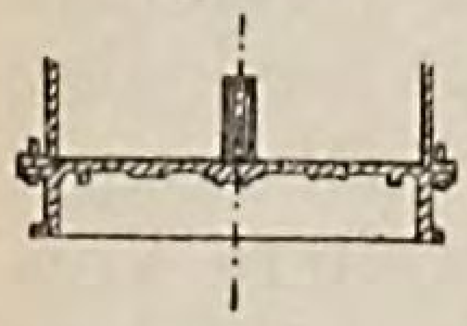
Die Durchschnitte (Fig. 145) zeigen den Zusammenhang der Formplatte mit dem auf einer zweiten, der Modellplatte, befestigten Modelle bei einfachen Stücken, deren Form aber nur durch den über die Platte herausragenden Theil der Modellvorrichtung bestimmt

wird. Die Seitenflächen der Modellstücke müssen sehr genau bearbeitet sein, ebenso die mit ihnen sich berührenden Flächen in der Platte; diese selbst ist oben gehobelt, um eine genau ebene Sandfläche im Formkasten zum Anschluss an einen zweiten zu erzeugen, ebenso unten in Berührung mit der gleichfalls abgehobelten Oberseite der Modellplatte, damit ein gleichmässiges Heben der letztern gegen die Formplatte möglich ist.

Die Formplatten waren entweder von Metall und die Ausschnitte in derselben genau bearbeitet, oder sie bestanden nur aus einem metallenen Rahmen, in welchen um das richtig gearbeitete Modellstück eine feste und nicht zu weiche Metalllegirung gegossen war, aber natürlich so, dass sie sich glatt vom Modell lösen liess.

Nur in einzelnen Fällen, beim Abformen ganz flacher und sehr verjüngter Modelle von Verzierungen, trat der Fall ein, dass, wie Fig. 146 zeigt, nur ein Rahmen vorhanden war, auf welchem der Formkasten stand, und dass dann die ganze Sandfläche mit ihren Abformungen von der beweglichen Modellplatte gebildet wurde, die sich senkrecht in einem Rahmen bewegte. Dieser Fall konnte aber nur dann eintreten, wenn ein Abreissen von Sand aus dem Formkasten auch an den Rändern nicht zu befürchten war, während es gerade als Vorzug der zuerst angeführten Vorrichtung gelten konnte, dass sie es selbst gestattete, ganz gerade Modelle ohne jede Verjüngung anzuwenden. (Vergl. die Zahnradform Fig. 147.)

Fig. 146.



Besonders war dies für kleine Getriebe mit Theilung von besonderer Wichtigkeit, da keine Handarbeit im Stande war, sie so genau darzustellen, als diese Vorrichtung. Gerade bei diesen wurde die Umgiessung des Modells am häufigsten angewendet, um die Formplatte zu erzeugen, und liess sich mittelst dieser Einrichtung die feinste Theilung bei einer Höhe des Getriebes von 40—50 mm und bei Benutzung eines guten Formsandes so herstellen, dass sie keiner Bearbeitung bedurfte. Bei fast allen landwirthschaftlichen Maschinen wurden so gegossene Räder vorwiegend ohne Ausfeilen der Kämme angewendet.

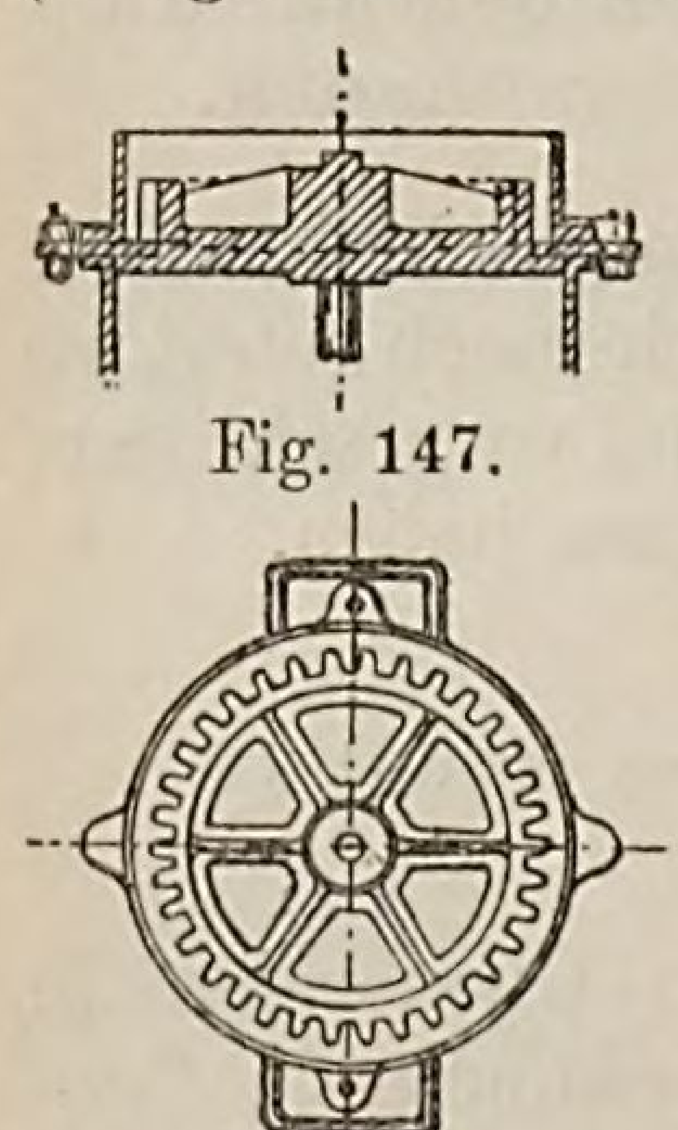


Fig. 147.

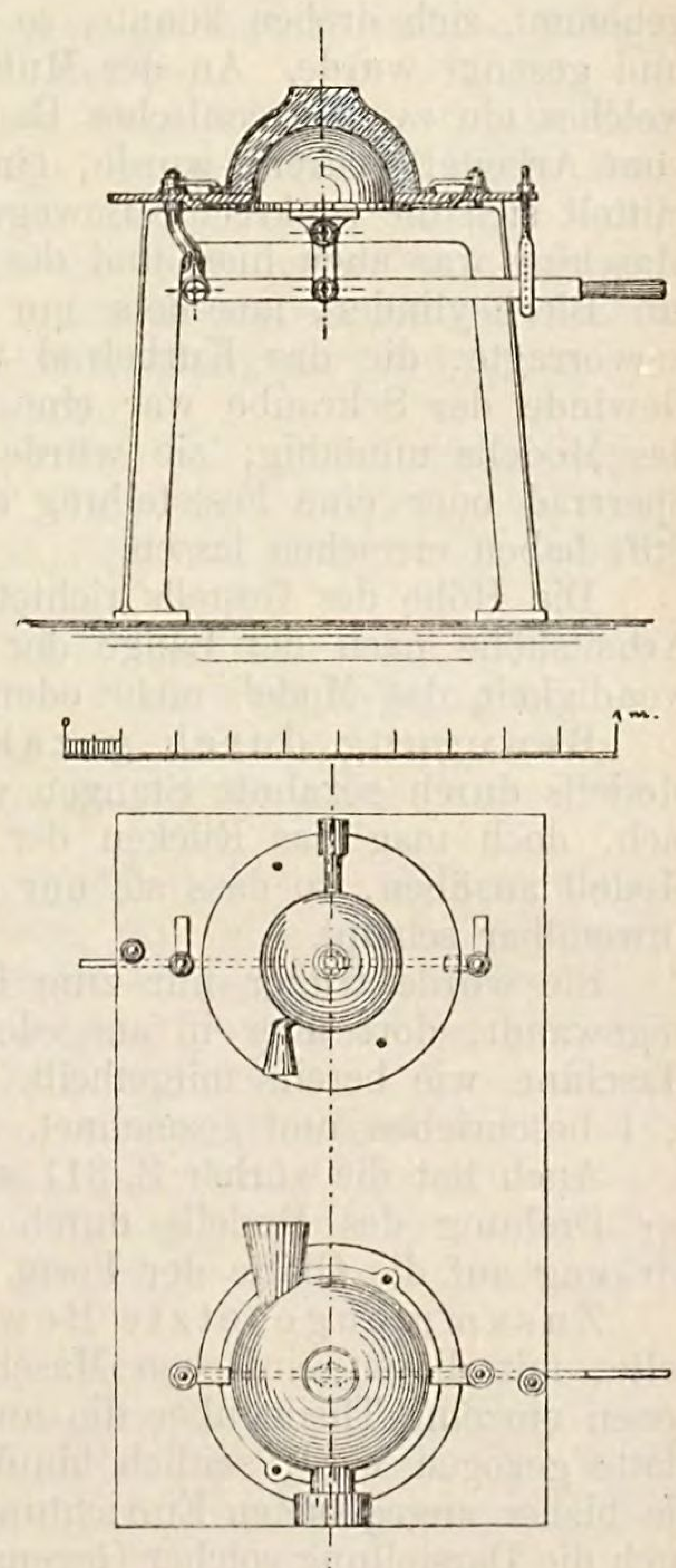
Alle Formplatten hatten nun Lappen entweder mit Oeffnungen für die Verbindungszapfen der aufzusetzenden Formkasten oder mit Zapfen für deren Zapfenlöcher, und es mussten, um ein genaues Passen der Kastenhälften herbeizuführen, auch diese untereinander genau zusammengearbeitet sein. Ausserdem hatten alle Formplatten noch drehbare Knaggen, mit welchen der Formkasten an bestimmten Stellen, die an seinem untern Rande lagen, auf der Platte befestigt wurde, um jede freie Bewegung desselben zu hemmen. Dieselben lösten sich leicht durch eine geringe Umdrehung, wenn der Kasten abgehoben werden sollte.

Die Formkasten selbst hatten nur den nöthigsten Raum zum Sande und waren möglichst niedrig, da auch eine geringe Sandschicht über dem Modell, die beim Umkehren nach unten kam, genügte, indem sie durch das oben beschriebene, durch Ueberschieben befestigte Formbrett hinreichende Unterstützung fand.

In den unteren Gestellen der Formvorrichtungen zeigten sich damals wie auch jetzt mannigfache Verschiedenheiten. Dabei erscheint es zunächst wesentlich, ob die Bewegung des Modells durch Hebel oder Schraube geschieht.

Bewegung durch Hebel. Die Bewegung durch Hebel fand gewöhnlich nur dann statt, wenn die Höhe des Modells unbedeutend war oder seine Senkung bei verjüngtem Modell nur gering zu sein brauchte, um es ganz von der Sandform zu trennen. Bei allen Hebelvorrichtungen war eine Geradleitung des die Platte mit den Modellen tragenden Stempels durchaus nothwendig, welche gewöhnlich senkrecht ging und nur in seltenen Fällen schräg leitend sein musste.

Fig. 148.



Die Formplatten wurden überall von besonderen Gestellen getragen, die entweder gleich den Formtisch von bequemer Arbeitshöhe bildeten oder auf einer Formbank standen, je nachdem die Hebelbewegung eine kürzere oder längere war und weniger oder mehr Raum in Anspruch nahm.

Diesen Tisch bildeten damals wie heute häufig nur Säulen oder Füsse, die auf einem Rahmen die Formplatte trugen und durch Verbindungsstäbe die Anschlusspunkte für die Geradleitung und für die Hebelbewegung gaben, Fig. 148, oder der ganze Mechanismus war in einen Blechkasten oder Blechcylinder eingeschlossen, der gleichzeitig als Unterstützung der Formplatte diente, die nöthigen Anschlusspunkte gewährte und endlich die beweglichen Theile vor der Verunreinigung durch Sand und Staub am besten schützte. (Siehe weiterhin Fig. 155 u. 156, die von Stentz versuchsweise erbauten Formmaschinen für Kochherdringe, die sich aber nicht bewährten.) Gewöhnlich diente nur ein Hebelarm zum Ausziehen und Heben der Modellplatte, der bei den Blechcylindern, durch einen Schlitz nach aussen reichend, in gehobener Stellung des Modells durch einen vorgesteckten Stift, einen Haken oder durch eine Federfalle festgehalten wurde, während er beim Herablassen desselben durch die obere Fläche des Schlitzes getragen werden konnte. Die Anwendung zweier verschiedener Hebel zum Heben und Senken war bei dieser Einrichtung nur selten, da es sich nie um schwere Stücke handelte, ebenso die

eines Fusshebels, der während des Formens durch den Fuss des Arbeiters niedergehalten wurde und dadurch das Modell hob.

Bewegung durch Schrauben. Wenn die Höhe des Modells irgend grösser war, erschien die Bewegung durch die Schraube zweckmässiger und trat auch in den meisten Fällen in Anwendung, wie die später wiederzugebenden Versuche Stentz's, Ringplatten und Ofenzargen zu formen, darthun werden.

Der die Modellplatte tragende Stempel bildete in seinem unteren Theile eine Schraube, auf welcher eine Mutter, in ihrer Längsbewegung gehemmt, sich drehen konnte, so dass die Schraube durch sie gehoben und gesenkt wurde. An der Mutter befand sich ein conisches Rad, in welches ein zweites conisches Rad, das mittelst Welle und Kurbelrad vom Arbeiter gedreht wurde, eingriff. In dieser einfachen Form vermittelt sich die senkrechte Bewegung am sichersten. Das Gestell dieser Maschine war auch hier, und der Schraube wegen um so vortheilhafter, ein Blechcylinder, aus dem nur das äussere Ende der Betriebswelle hervorragte, die das Kurbelrad trug. Bei dem nur wenig steigenden Gewinde der Schraube war eine Feststellung für den höchsten Stand des Modells unnöthig; sie würde sich nöthigenfalls durch ein kleines Sperrrad oder eine Feststellung der Kurbel durch einen vorgesteckten Stift haben erreichen lassen.

Die Höhe des Gestells richtete sich in den Grenzen der bequemen Arbeitshöhe nach der Länge der Schraube und diese nach der Nothwendigkeit, das Modell mehr oder weniger tief herabzuziehen.

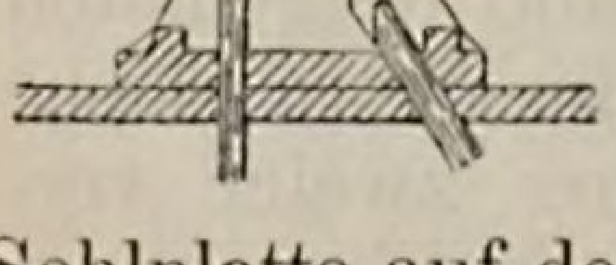
Bewegung durch gezahnte Stangen. Eine Hebung des Modells durch gezahnte Stangen und Getriebe ist zwar möglichst einfach, doch mag das Rücken der Zähne etwas Erschütterung auf das Modell ausüben, so dass sie nur bei besonderer Verjüngung desselben anwendbar scheint.

Sie wurde früher nur zum Einformen der Munition in Woolwich angewandt, dort aber in ausgedehntem Maasse, und findet sich diese Maschine, wie bereits mitgetheilt, in Dingler's Polyt. Journal 1863, I, S. 1 beschrieben und gezeichnet.

Auch hat die vorher S. 311 angeführte Downie'sche Einrichtung der Drehung des Modells durch ein Zahnrad eine vortheilhafte Einwirkung auf die Glätte der Form.

Zusammengesetzte Bewegung. Wenn es sich darum handelte, mit diesen einfachen Maschinen solche Stücke zu formen, von denen einzelne Theile über die untere Fläche, welche durch die Formplatte gezogen wird, seitlich hinüberragen, so waren selbstverständlich die bisher angegebenen Einrichtungen nicht genügend. Es wurde aber auch die Darstellung solcher Gegenstände versucht und ermöglicht, sobald ein zweimaliges Ausziehen des Modells in getrennten Stücken erfolgte.

Fig. 149.



Es erklärt sich dies Verfahren, das sich auch auf andere Gusswaaren verschiedenster Form anwenden lässt, am besten durch ein Beispiel. In Fig. 149 ist ein zu formender einfacher Schienenstuhl mit überhängenden Backen dargestellt, welcher sich mit seiner Sohlplatte auf der Modellplatte durch die Formplatte ziehen lässt, während die durch andere Schraffur kenntlichen Stücke als überhangend den dar-

unter liegenden Sand beim Ausziehen zerstören würden. Deshalb waren sie gewöhnlich abgeschnitten und wurden besonders aus der Form genommen, während bei Ransome & Sons auch diese von der Maschine ausgezogen werden konnten. Es waren nämlich diese Stücke durch das ganze Modell, mit Ausnahme der nur für sie durchlochten Unterplatten, so ausgeschnitten, dass sie sich allein ausziehen liessen, und zwar so schräg, dass sie den Sand unter ihnen nicht zerstörten.

Sobald dieselben mit ihren Endpunkten die senkrechte Linie der unter ihnen befindlichen Theile erreicht hatten und von diesen also nicht mehr am senkrechten Heruntergehen gehindert wurden, erfolgte das gemeinsame Ausziehen des ganzen Modells.

Je nach der Gestaltung des ganzen Stückes fand gewöhnlich das Ausheben dieser Trennungsstücke durch schräg geleitete Hebel statt, das des ganzen Modells häufiger durch die Schraube, seltener durch gerade ziehende Hebel, und liess sich ein bestimmtes Verfahren erst nach der gegebenen Form des Modells selbst feststellen, während durch diese Combinationen der mechanischen Herstellung der verschiedensten Stücke ein weiter Spielraum eröffnet schien.

Das Einformen des Oberkastens geschah bei unten flachen Gegenständen auf einer einfachen gehobelten Platte, und wurden gewöhnlich der Einguss, die Beigüsse oder Zuflusskanäle des Eisens und die Luftabzüge in diesem Kasten angebracht.

Müssen diese Beigüsse im Unterkasten sich befinden, so waren Modelle dazu mit sehr starker Verjüngung auf der Formplatte angebracht und formten sich leicht mit ab, ohne dass es einer besonderen mechanischen Aushebung bedurfte. Der Kasten wurde einfach von ihnen abgehoben.

War dagegen auch die Unterfläche des Gussstückes besonders gestaltet, so musste auch für diese eine abgesonderte Einrichtung wie für die Oberseite hergestellt werden, d. h. eine besondere Formmaschine, welche in ihrer Lage zu den Formkasten, hier bestimmt durch die Zapfen oder Zapfenlöcher am Formkasten und an der Formplatte, durchaus mit der des Oberkastens übereinstimmend sein musste.

Bei Munition befanden sich gewöhnlich beide Vorrichtungen auf einem Tische, so dass zwei Arbeiter gleichzeitig beide Hälften abformten, dann zusammensetzten und auf der Formenbahn zum Gusse zurechtstellten.

Bei anderen Gegenständen lagen die beiden zusammengehörenden Formmaschinen an beiden Seiten einer kleinen Eisenbahn, auf welche der Former des Unterkastens seinen Theil mit dem festen Formbrette aufstellte, worauf der zweite ihn mit dem Oberkasten bedeckte.

Arbeit an den Formmaschinen zum Umkehren des Kastens.

Die Jobson'sche Formmaschine, wie sie bereits vorstehend nach den Mittheilungen in Dingler's Polyt. Journal 1863, I, S. 3 kurz beschrieben ist, hat gleich anfangs mancherlei Umgestaltungen erfahren, denen allerdings später weitere gefolgt sind, über welche weiter ausführlich berichtet werden wird. Das Princip derselben ist aber bei fast allen das gleiche: den eingeformten Kasten mit dem Modell

und der eigentlichen Formvorrichtung umzudrehen, so dass der Formkasten in seiner zum Abgusse geeigneten Stellung nach unten hängt, um ihn dann durch langsame Senkung vom Modell zu lösen und auf die Eisenbahn zu stellen, auf welcher er mit dem Oberkasten bedeckt und abgegossen wird.

Es eignete sich diese Maschine deshalb anfangs anscheinend zunächst für grössere Stücke und somit für schwerere Formkasten, ebenso aber auch in ihrer ersten Form nur für solche Modelle, die genügende Verjüngung darboten, um nicht ein Abreissen von Formsand bei der immer etwas gewaltsamen Ablösung herbeizuführen.

Die Formvorrichtung bei ihnen besteht in einer glattgehobelten Modellplatte, auf welcher das Modell, soweit es einseitig formbar ist oder durch Trennstücke formbar gemacht werden kann, befestigt ist.

Es darf wohl kaum bemerkt werden,

dass jede Platte bei diesen wie bei den früheren Vorrichtungen auch mehrere Modelle gleichzeitig aufnehmen kann.[1])

Die gedachte Formplatte mit angeheftetem Modell wurde nunmehr in einen flachen Kasten von entsprechender Grösse gelegt und darin so befestigt, dass ihre Oberfläche mit den etwas verbreiterten Randflächen des Kastens genau übereinstimmte. Dieser Drehkasten war wie noch jetzt auf zwei starken Zapfen drehbar, welche in dem für die ganze Vorrichtung bestimmten Gerüste lagen und sich zwischen Metalllagern bewegten. Ein ebenfalls an diesem Kasten befestigter Hebel diente sowohl zum Umdrehen desselben, als, in horizontaler Lage, zur Befestigung derselben an einem Ständerarme.

Auf den Kastenrand wurde der Formkasten gesetzt und, wie bei den früher beschriebenen Maschinen, durch Zapfen und Zapfenlöcher in seiner Lage bestimmt, sowie durch drehbare Knaggen, deren Lösung auch auf der Unterseite des Drehkastens erfolgen konnte, an letzterem festgehalten.

Es erfolgte nun das gewöhnliche Einformen, das Abstreichen des Sandes und Aufschieben des Formbrettes, welches auch hierbei wie früher befestigt sein musste, und alsdann mittelst des Hebels auf sehr leichte Weise das Umkehren der ganzen Vorrichtung.

Der zweite Hauptheil der Maschine bestand bereits damals in der Vorrichtung zum Abnehmen des Formkastens, zu welchem Zwecke ein zwischen den Ständern in senkrechter Richtung beweglicher horizontaler Tisch von Schmiedeeisen vorhanden war, der bis an den Kasten gehoben und nach Lösung desselben von den haltenden Knaggen, die deshalb auch von der Unterseite des Drehkastens aus

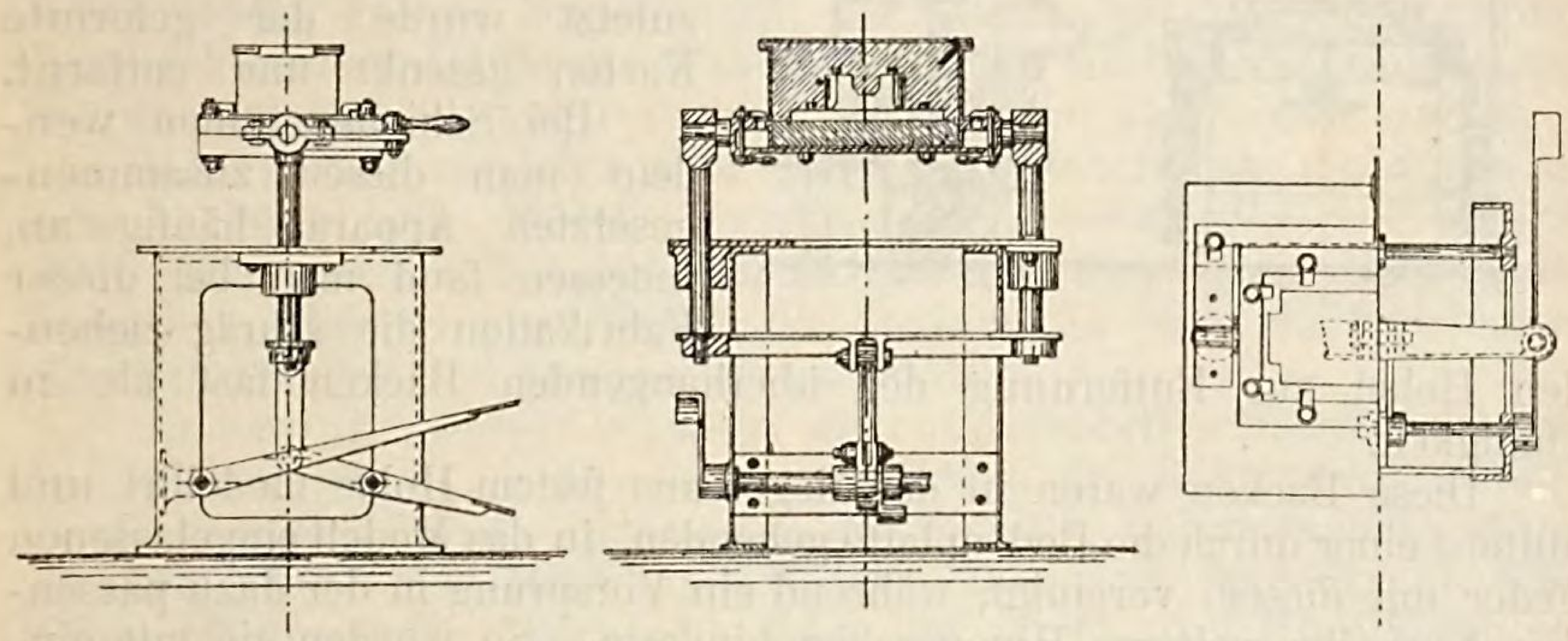
1) Diese grundlegenden Kennzeichen der Jobson'schen Formmaschinen, welche eigentlich den Ausgangspunkt für die moderne Entwickelung der Maschinenformerei bilden, waren ausdrücklich hervorzuheben, um von vornherein den Nachweis zu haben, dass eine Formplatte, auf der das Modell befestigt ist, und von der sich nach Umkehrung des Ganzen einschliesslich des angeschlossenen Kastens und Lösung des Anschlusses jener durch Sinken der Unterlage von der Form sich löst, eine über 32 Jahre alte Erfindung ist.

beweglich sein mussten, mit demselben bis auf das Niveau der Schienenbahn sank.

In der Anordnung dieser Vorrichtung waren die Maschinen sehr verschieden.

Bei den im Dingler'schen Journal 1863, Bd. I, Taf. XIV, Fig. 9 dargestellten kleinen Maschinen (Fig. 150) war der Tisch unbeweglich,

Fig. 150.



die Form und Kippvorrichtung zum Senken eingerichtet; doch wurde angeblich diese Art nur wenig angewendet, da sie nur für ganz leichte Arbeit verwendbar sein sollte. Bei den grösseren wurde die Senkung des Tisches durch eine Welle mit Gelenkstangen bewirkt, die durch einen Hebel gedreht wurde, während an jeder Seite Gegengewichte, an Stricken über drei feste und eine bewegliche Rolle laufend, das Gewicht des Tisches mit dem Formkasten balancirten und ihn hoben.

Bei noch anderen Maschinen wurde der Tisch durch Gegengewichte an Stricken, welche über eine am Tische selbst und zwei am Gerüste befestigte Rollen liefen, gehoben, während er gewöhnlich durch einen Kniehebel in seiner niedrigen Stellung festgehalten wurde.

Verbindung beider Systeme.

Eine Verbindung beider Systeme wurde schon frühzeitig angewendet, wo es darauf ankam, ein einseitiges Modell oder auch eine Hälfte eines Modells auf der Maschine zu formen, es mochte ein schwerer Kasten dazu nöthig oder auch die Verjüngung des Modells ausgeschlossen sein, ja es mochten selbst, wie vorher angeführt, überhangende Stücke zu formen sein.

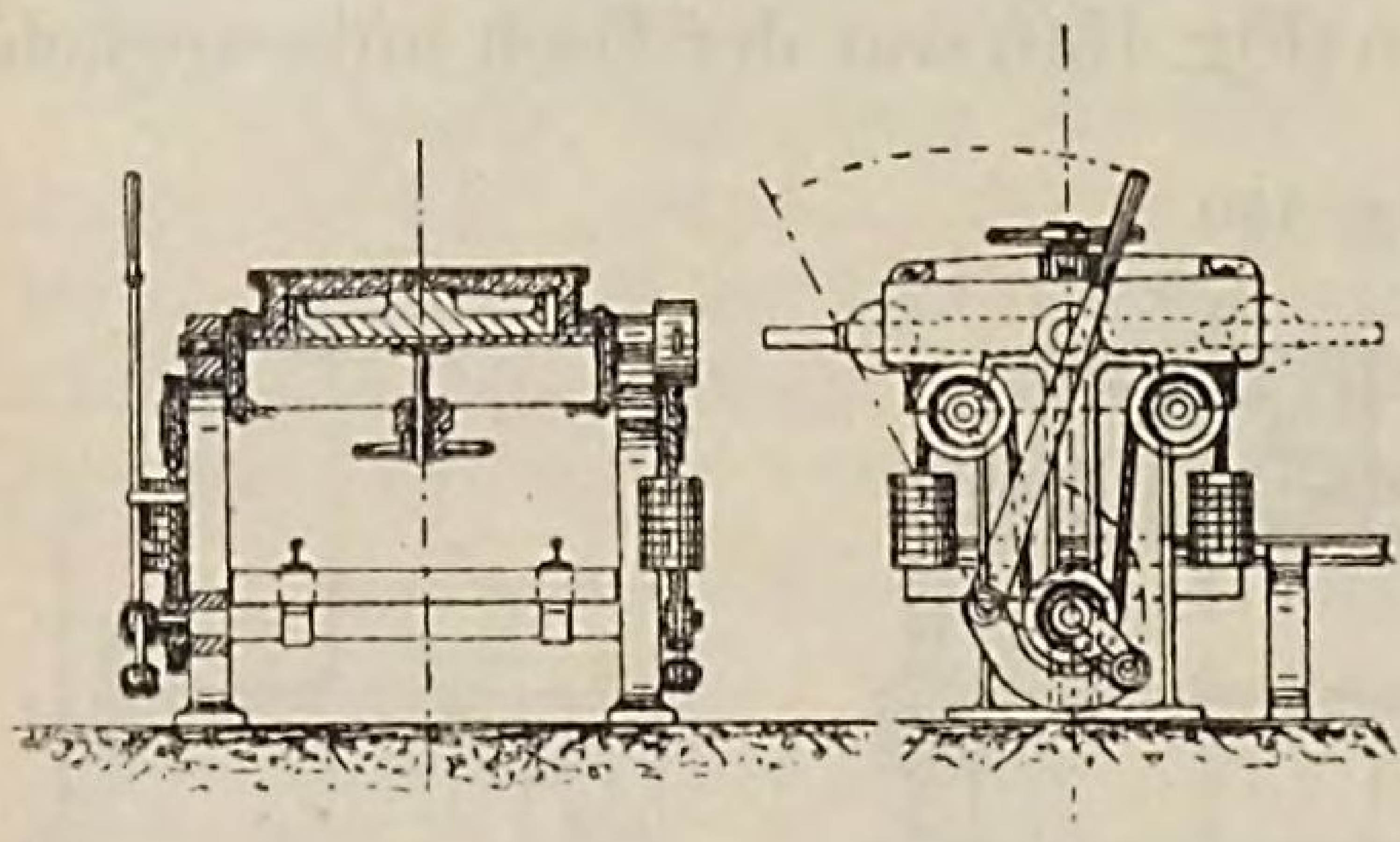
Dieselben gestatteten, das Modell sorgfältig und senkrecht theils durch Schrauben, theils durch Hebel auszuziehen, sowie dann den Kasten umzudrehen, und führten den nun richtig stehenden Kasten der Bahn durch Senkung zu.

Alle vorher erwähnten Constructionen kamen hierbei in Anwendung, und es genügt an einem Beispiele, das Arbeitsverfahren mit diesen älteren Vorrichtungen zu erläutern (Fig. 151).

Das in dem unten, so weit das Modell reicht, offenen Drehkasten liegende Modellbrett war wie bei den Howard'schen Maschinen ein-

gerichtet, und konnte das Modell durch Hebel, deren Drehpunkte innerhalb des Drehkastens befindlich waren, niedergezogen werden, wenn der auf seiner Oberfläche befestigte Formkasten eingestampft und zugedeckt worden war. Nach dem Ausziehen des Modells wurde die Vorrichtung umgedreht; doch konnte auch erst umgedreht und dann ausgezogen werden; zuletzt wurde der geformte Kasten gesenkt und entfernt.

Fig. 151.



Bei Schienenstühlen wendete man diesen zusammengesetzten Apparat häufig an, indessen fand man bei dieser Fabrikation die schräg ziehenden Hebel zur Entfernung der überhangenden Backen fast nie in Thätigkeit.

Diese Backen waren in der Regel aus festem Holze modellirt und mittelst einer durch die Bodenplatte gehenden, in das Modell eingelassenen Feder mit diesem vereinigt, während ein Vorsprung in der dazu passenden Nuth ihr weiteres Hinaufgehen hinderte. So wurden sie mit eingeformt, blieben beim Ausziehen in der Form und wurden durch Knaben an jenen Federn leicht herausgenommen. Der Former besass mehrere Paare dieser Backenstücke, so dass er nicht auf das Herausnehmen zu warten brauchte, da jeder Zeitverlust bei dieser Formerei von Bedeutung war, indem ein Former, fünf Knaben und zwei Giesser in zwölfstündiger Arbeit regelmässig 1000 Stück Schienenstühle fertig machten.

Der Former formte den Unterkasten, wobei ein Knabe Sand einschüttete, ein zweiter formte den Oberkasten, ein dritter nahm die Modellstücke aus und schob den Unterkasten weiter, während der zweite den Oberkasten aufsetzte; der vierte schob den Kasten ans Ende der Bahn und beschwerte ihn, warf die gegossenen Stühle mit Hülfe des fünften aus, der nun die leeren Kasten zurücktrug und an ihre richtigen Stellen brachte.

Die Wiederzubereitung des Sandes geschah ebenfalls durch die Hülfsarbeiter; doch wurde der frische Sand, der jedesmal auf das Modell gesiebt wurde, von Tagelöhnern nach allen Betriebsstätten angefahren.

Rechnet man zehn Stunden wirkliche Arbeitszeit, so kamen auf einen Formkasten, der immer zwei Stühle enthält, 1,2 Minuten — eine Leistung, die damals in der Formerei schwerlich übertroffen worden sein dürfte.

Anwendung maschineller Vorrichtungen auf das Formereiverfahren bei Röhren mit geringem Durchmesser.

Die Anwendung von maschinellen Vorrichtungen zur Herstellung der Formen für schwächere Röhren scheint damals in England noch keinen grossen Anklang gefunden zu haben, wenigstens machten die grössten Giessereien, deren Besuch Stentz gestattet worden war, keinen Gebrauch von irgend einer aussergewöhnlichen Vorrichtung.

Es findet dies wohl darin seinen Grund, dass alle Röhrenmodelle sich vermöge ihrer bedeutenden Verjüngung nach einer durch den grössten Durchmesser gelegten Ebene sehr leicht aus der Form lösen lassen und deshalb einer besonderen Hülfe dabei nicht bedürfen. Doch fanden bereits damals bei ihrer Herstellung manche Verschiedenheiten statt, die zum Verständniss der Maschinenformerei beitragen können und deshalb hier nach demselben Gewährsmann mitgetheilt werden sollen.

Die ältere Formerei, bei welcher auf ein hölzernes Modellbrett das halbe Modell gelegt, eingestampft, der Kasten mit Modell umgedreht, darauf die andere Hälfte des Modells angehängt und wieder eingestampft wurde, war fast allgemein auch in Deutschland aufgegeben worden.

Man wandte zunächst zwei glatte Modellbretter an, auf denen ein oder mehrere halbe Modelle correspondirend befestigt waren, stampfte über jedes einen halben Formkasten ein und legte diese Hälften aufeinander. Man vermied hierbei das Streuen des beide Hälften trennenden Streusandes und gewann etwas an Zeit.

Andere Giessereien wandten eiserne gehobelte Modellbretter an, in welchen glatte, richtig nach dem Kreise des Röhrendurchschnittes bearbeitete Schlitze die im Ganzen hergestellten Röhrenmodelle trugen, so dass genau eine Hälfte des Modells über dem Modellbrette blieb. Diese Hälfte wurde überformt, dann umgedreht, das Modellbrett entfernt und nun die andere Hälfte eingedämmt. Mittelst quadratischer Zapfen drehte man nun die Modelle vom Formsande frei, glättete dabei gleichzeitig den Sand, hob den Oberkasten ab und entfernte das Modell.

Beide Arbeitsverfahren fanden sich auch in England wieder, und es war nach Stentz nicht zu leugnen, dass das Letztere sich durch eine genaue Arbeit und gutes Aussehen der gegossenen Röhren auszeichnete, auch an Handarbeit ersparte, da an der Form nur wenig nachgeputzt zu werden brauchte.

Noch vorzüglicher erschien die damals in Cöln übliche Formart, dass auf zwei gleichen, mit ganzen Modellen versehenen eisernen Modellbrettern beide Kastenhälften gleichzeitig eingestampft und nach dem Drehen ausgehoben und zusammengelegt wurden. Sie vereinigten die Vorzüge der beiden früheren Methoden, wenn sie auch eine grössere Auslage für Modelle und Modellbretter beanspruchten.

Die neueste Art, Röhren einzuformen, bestand endlich darin, dass beide Formkastenhälften an ihren Stirnseiten halbrunde Lager hatten, in welche das Modell genau passte. Der Unterkasten wurde mit Sand gefüllt, so dass Raum für das dabei ungetheilte Modell blieb, dann wurde dies Modell in die Lager gelegt, von oben eingestampft und der Sand oder die Masse auf der Oberfläche geebnet. Nun wurde der Oberkasten aufgesetzt, gestreut und mit dem Formmateriale eingedämmt, dann das Modell gedreht, damit es sich löste, der Oberkasten abgehoben und das Modell entfernt. Hierauf trat das gewöhnliche weitere Verfahren ein. Es wurde bei dieser Formmethode das Umdrehen des Unterkastens ganz erspart, ebenso die gehobelten Modellbretter, so dass dieselbe wohl zu empfehlen war.

Betreffs der dabei angewendeten Formkasten für Sandguss und Masseguss war Folgendes zu bemerken: Die Formkasten waren ebenfalls überall ähnlich; in England sah man auch hierbei auf

eine möglichst geringe Sandmenge und vereinigte in einem Kasten möglichst viele Modelle schwächerer Röhren. Die Stärke der Kasten hing hauptsächlich davon ab, ob das Einformen in Sand oder in Masse geschehen sollte, da im letzteren Falle wegen des Transportes und des Trocknens der Formen ein haltbarerer Kasten unbedingt nothwendig wurde.

Das Einformen in Masse, welches sich, namentlich für Röhren von geringer Eisenstärke, seit 1863 immer mehr Bahn gebrochen hatte, geschah meistens auf ganzen Modellen und eisernen Formbrettern, wie oben angegeben, und mussten dabei auch die Formkasten selbstverständlich an ihren Stössen gehobelt und gut in den Stiften zusammengepasst, auch zum Versplinten eingerichtet sein, um die Einsenkung in die Dammgrube behufs des stehenden Gusses zu gestatten.

Diese Verbindung erfolgte gewöhnlich durch besondere Verbindungsbolzen mit Splinten, während die Zapfen an den Kasten, die zum richtigen Zusammensetzen derselben dienten, nur ganz kurz waren, und die richtige Lage auf dem Modellbrette stets durch Zapfen auf demselben bedingt wurde, welche in die Bolzenlöcher beider Kastentheile eingriffen.

Das Trocknen der Formen erfolgte in möglichst niedrigen Darrkammern, in welche sie auf eiserne Wagen geschoben wurden.

Die Heizung der Kammern erfolgte von aussen, meistens an der Hinterwand der Giesshütten, mit minderwerthigem Brennmateriale auf Rosten; das Feuer zog unter einem Gewölbe, das den Boden der Darrkammer bildete, fort und konnte durch Oeffnungen an beiden Seiten desselben ausströmen, ging aber meistens bis zur vorderen Wand, in der sich die eiserne Thür befand, durchströmte so die ganze Darrkammer, bis der Rauch endlich durch eine kurze Esse abzog, die durch einen Schieber von der Innenseite der Hütte aus geschlossen werden konnte.

In ähnlichen Kammern wurden die Kerne, auf geeignet fahrbaren Gestellen liegend, gebrannt oder getrocknet, je nachdem sie aus Lehm oder Masse gefertigt waren.

Die Kernherstellung gab zu nachstehenden Bemerkungen Veranlassung: Welche Methode vortheilhaft für die Kerne erscheint, ist ja oft abhängig von der bequemeren Beschaffung des betreffenden Materials; daher behaupten sich in den meisten Gegenden mit schwerem Boden vielleicht deshalb noch immer die Lehmkerne, weil ein zur Kernmasse geeigneter scharfkörniger grober Mauersand schwer zu beschaffen ist. Billiger ist jedenfalls die Masse, da sie der Strohseile um die Kernspindeln nicht bedarf und auch weniger Hitze zum Trocknen in Anspruch nimmt.

Die Anwendung der Hohlspindeln statt der sternförmigen Kerneisen war allgemein geworden, besonders da die geschweissten und gezogenen Röhren nach ihrem allgemeineren Bekanntwerden auch zu feineren Kernen die nöthigen Spindeln gewährten.

Bei der Bereitung der Lehmkerne wandten damals die englischen Kernmacher nicht, wie bei uns, Strohseile an, sondern sie überspponnen mit grosser Festigkeit die etwas weiteren Kernspindeln mit langhalmigem Heu und trugen sofort eine Lehmlage darauf, die sie nachher nur noch abschlichteten und schwärzten. Bei der dünnen Lage Lehm erwies es

sich aber als nothwendig, die Kerne so schnell als möglich nach dem Abgusse aus der Form zu entfernen, um ein Reissen der Röhren zu verhüten, was allerdings bei dem weichen schottischen Roheisen weniger zu befürchten war, als bei jedem härteren Eisen. Der von Stewart[1]) mitgetheilte Wagen zur Kernanfertigung fand sich in mehreren Giessereien in Thätigkeit.

Die Darstellung der Massekerne geschah in gusseisernen Kernkasten, die gewöhnlich mit Charnieren versehen waren und so aufgeklappt werden konnten. Gewöhnlich wurde zuerst der Unterkasten vollgestampft, dann die Spindel eingelegt und durch einen langen Schlitz im Oberkasten auch dieser gefüllt; doch kam es bei besonders gut backender Masse auch vor, dass beide Kastenhälften etwas reichlich mit Sand gefüllt und kräftig zusammengeschlagen wurden, wobei die Drehung des Oberkastens um das Charnier durch zwei Hebel unterstützt wurde. War der Kasten durch einige Haken geschlossen, dann wurde er zum Lösen des Kernes etwas beklopft und der Kern nach Oeffnen des Kastens herausgenommen. Vortheilhaft erschien es, auf die Stellen des Kernes, welche dem ersten Anstosse des flüssigen Eisens ausgesetzt waren, etwas mit Kohle gemischte, aber dennoch gut backende Masse zu bringen, um hier ein Abspülen oder ein Aufkochen zu vermeiden.

Das Einlegen der Kerne erfolgte in dem geöffneten Formkasten und wurde der Oberkasten erst später darüber gelegt; ein Einsetzen der Kerne durch eine Oeffnung in den Stirnwänden der Formkasten fand bei diesen kleineren Röhren nirgends statt.

Zum Abgusse der Röhren wurden die Formkasten in den meisten Giessereien so schräg als möglich, gewöhnlich mit einer Neigung von 45 Grad, aufgestellt, um ihnen mehr Dichtigkeit zu geben, häufig auch auf die Eingüsse noch besondere Druckgusskasten aufgesetzt. Sehr vortheilhaft erschien eine Anlage zum Abgusse in der Art, dass eine nach beiden Seiten abfallende Erhöhung des Formraumes eine Plattenbahn mit Seitenrändern zum Transport des Eisens mit der fahrbaren Pfanne trug, während auf den Dossirungen rechts und links die Formkasten mit den Eingüssen am Stirnrande des Formkastens nach der Bahn zu aufgestellt waren. Es war aber diese Einrichtung nur für solche Kasten anwendbar, welche keines Krahnes zur Hebung bedurften, da durch diesen eine mehr radiale Anordnung derselben bedingt wurde, wenn nicht Brückenkrahne vorhanden waren.

Bei liegend zu giessenden Röhren war stets die Anwendung von geschmiedeten Kernträgern nothwendig, da sonst eine Durchbiegung des nur schwachen Kernes ungleiche Eisenstärke und eine Krümmung des Rohres herbeigeführt haben würde. Da aber diese Kernnägel oft zu undichten Stellen Veranlassung gaben, so war die Forderung immer lauter geworden, auch diese Röhren, wie die von grösserem Durchmesser, stehend zu giessen. Es geschah dies dann in Dammgruben, in welchen die aus Masse gefertigten und getrockneten Formen, mit den Kernen versehen und durch Klammern zusammengehalten, durch Krahne eingehängt werden. Der Einguss befand sich dann an einem Ende des Rohres, die Muffe in der Regel oben, selten, wie in

1) Polyt. Centralblatt 1850, Liefg. 24, S. 1476.

Cöln u. a. a. O., nach unten, um dies Ende dichter zu erhalten; ein besonderes Eindämmen der Kasten in den Dammgruben fand aber nirgends statt.

Die Herstellung stehend gegossener Röhren in Masse erforderte, weil die an einem Tage geformten Röhren erst eine Nacht hindurch trocknen mussten, die doppelte oder selbst mehrfache Ausrüstung einer Röhrenformerei in Sand; bei vorhandener disponibler Kraft musste hier die Anwendung des Trocknens mit heisser Luft, wie es später erwähnt werden soll, von grossem Vortheil erscheinen.

Anwendung maschineller Vorrichtungen auf das Formereiverfahren für Röhren mit grösserem Durchmesser.

Während für schwache Röhren fast aller Orten die Anwendung maschineller Vorrichtungen ausgeschlossen erschien — wenn nicht etwa in einzelnen, dem Besuche verschlossen gebliebenen Glasgower Giessereien dergleichen bestanden haben und als Fabrikgeheimniss betrachtet worden sind —, traten dieselben, aber auch oft nur vorübergehend, um so mehr in ihr Recht bei der Herstellung von Röhren mit grösserem lichten Durchmesser.

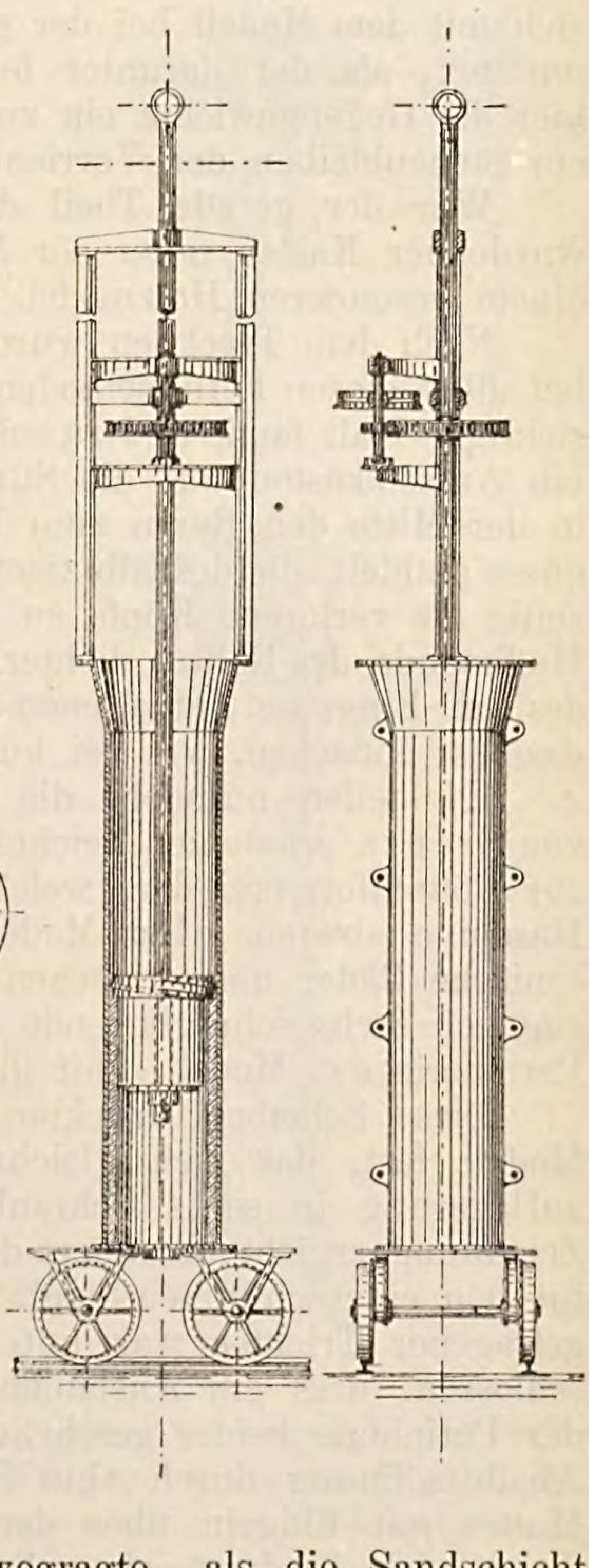
Es erschien unmöglich, in liegender Stellung die Eisenstärken so schwach und zugleich so gleichmässig zu giessen, wie in senkrechter Stellung; gleichzeitig machte der Transport so schwerer Formkasten und Kerne, ihr Trocknen und Brennen, die Heranbringung des Eisens zu schweren, 800 kg und mehr wiegenden Röhren Vorrichtungen zu leichterer Handhabung nothwendig, und ist in dieser Beziehung von den grösseren Giessereien, namentlich bei Middlesborough und in Glasgow, frühzeitig sehr viel geleistet.

Wie schon die Literatur beweist, sind die geistreichsten Versuche durchgeführt, um allen Bedingungen zu genügen, welche in Bezug auf leichte und billige Herstellung dieser Röhren vorhanden sind.

Da der stehende Guss grosser Röhren mittelst Maschinen nicht nur diese Arbeitsmaschinen selbst, sondern auch kräftige Dampfmaschinen zu ihrem Betriebe verlangt; da ferner die Terrainverhältnisse der Werkstätten kostspielige Erdbauten für die unterhalb der Hüttensohle auszuführenden Arbeiten nothwendig machten; da starke Dampfkrahne zur stetigen Benutzung eine fernere Nothwendigkeit wurden, so waren und sind auch heute noch nur grössere Giessereien im Stande, so bedeutende Capitalien auf diese Einrichtungen zu verwenden. Besonders traf dies für die angeführten englischen Plätze zu, da sie vermöge ihrer Lage dicht an der See, oder wenigstens mit ihr in kurzer Verbindung, im Stande waren, die zur Verzinsung der Anlage nöthige und durch die schnelle Fabrikation auch herbeigeführte grosse Menge von Fabrikaten nach allen Gegenden abzusetzen; die Concurrenz der kleineren Hütten musste in diesem Handelsartikel bald aufhören und die einmal eingerichteten Röhrengiessereien bemächtigten sich darin des Welthandels, unbeschränkt durch theueren Transport, der auch der billigsten Fabrikation gerade in Gegenständen, die bei hohem Gewichte geringen Werth haben, sehr bald eine unübersteigliche Grenze entgegensetzt.

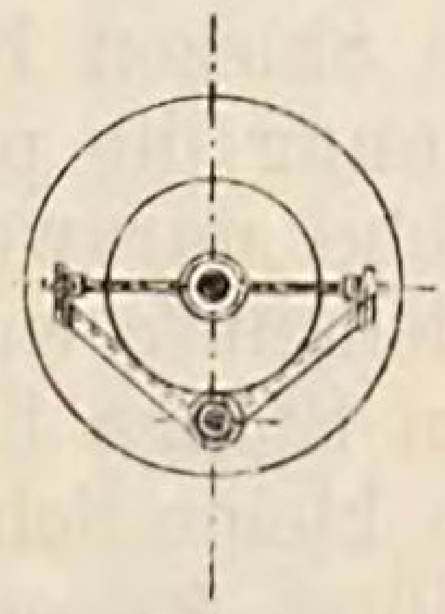
Wenn trotzdem die bedeutendsten Formereien Glasgows im Röhrengeschäft, obwohl die Patentbeschreibungen der Röhrenformmaschinen bekannt geworden waren, ihre Werkstätten einzelnen Besuchern verschlossen oder bei gestatteter Besichtigung gerade diesen Theil ihrer Thätigkeit — die maschinelle Röhrenformerei selbst — ausdrücklich vom Gezeigtwerden ausschlossen, so musste dies um so mehr auffallen, nachdem andere grosse und vielbeschäftigte Röhrengiessereien die maschinelle Formerei bereits wieder eingestellt hatten, wie z. B. in Middlesborough. Es bezog sich diese Einstellung aber nur auf das eigentliche Einstampfen der Masse in die Röhrenformkasten, alle anderen Einrichtungen wurden stetig weiter entwickelt und in vollem Gebrauche erhalten.

Fig. 152.



Das Einstampfen der Masse mit Maschinen, sei es nun durch Schläge einer Stampfvorrichtung, sei es durch drückende Rollen (die Elder'sche und Sheriff'sche Maschine), soll zu Unregelmässigkeiten in der gleichmässigen Dichtigkeit der Masse und dadurch zu unverhältnissmässigem Ausschuss geführt haben, welcher dagegen bei der auf diesen Theil der Herstellung verwendeten Handarbeit bedeutend weniger aufgetreten sein soll. Ebenso waren in mehreren bedeutenden Röhrengiessereien in Deutschland, u. a. Bayenthal und Halbergerhütte, Sandstampfmaschinen in Anwendung gewesen, wurden aber später wieder verworfen.

Stentz theilt eine in der nebenstehenden Fig. 152 wiedergegebene Skizze der in der Stewart'schen Giesserei damals gebräuchlichen Formmaschine für Röhren mit, die sowohl von dem früheren Stewart'schen Verfahren, als von den oben genannten Maschinen abwich, indem sie durch spirale Windungen einer in ihren Gängen durchbrochenen flachen Schraube den Sand festdrückte.



Das Modell bestand aus einem kurzen, gut gedrehten Cylinder, der an einer senkrecht beweglichen Stange hing. Ueber demselben befand sich die nur in zwei Gängen umlaufende Spirale, die so weit auf allen Seiten über das Modell hinwegragte, als die Sandschicht betrug, so dass sie dicht an den ebenfalls runden Kastenwänden lief

ohne aber an dieselben anzustossen. Die Stange wurde durch zwei über dem Kasten befindliche Lagerständer in gerader Richtung gehalten und konnte sich in Metalllagern, von diesen horizontalen Ständern getragen, sowohl drehen, als auch senkrecht verschieben.

Zwischen den Ständern befand sich ein Stirnrad auf der Stange, durch welches die Drehung derselben mittelst eines daneben liegenden Getriebes bewirkt wurde, welches Letztere mit der bewegenden Kraft in Verbindung stand. Die Hebung der Stange geschah durch Gegengewichte, welche an Ketten über zwei Rollen lief, die über der Maschine gewöhnlich am Dachgebälk hingen.

Die einformende Schraube war an zwei Stellen, jede ziemlich ein Viertel des Umfanges einnehmend, so durchschnitten, dass die Spirale dort fortfiel, und gewährten diese Oeffnungen dem durch einen Trichter einfallenden Formsande den Zugang unter die drückenden Spiralen, die sich mit dem Modell bei der stetig drehenden Bewegung so weit heben mussten, als der darunter festgedrückte Sand anstieg, während auch hier die Gegengewichte ein zu festes Eindrücken der Formmasse, wie ein Stehenbleiben der Vorrichtung verhinderten.

War der gerade Theil des Rohres in dieser Weise geformt, so wurde der Kasten unter der Maschine fortgerückt und die Muffe nach einem besonderen Holzmodell eingesetzt.

Nach dem Trocknen wurde der Kern eingehängt, der unten, wie bei allen diesen Formmethoden, in einer Oeffnung der Formsohle seinen richtigen Halt fand, und zu seiner oberen Befestigung und Geradstellung ein Aufsetzkasten auf die Stirnwand der Formkasten gesetzt, welcher in der Mitte den Raum zum Kern und um denselben herum die Eingüsse enthielt, die deshalb ziemlich hoch angenommen waren, um gleichzeitig als verlorene Köpfe zu dienen. Auf diese Weise wurde auch das Muffenende des Rohres dichter, und es konnten bei der grösseren Menge des im Eingusse enthaltenen flüssigen Eisens nicht so leicht Blasen daselbst entstehen, wie bei kurzen und kleinen Eingüssen.

Es stellen nunmehr die Skizzen Fig. 153 nach einer in England von Stentz erhaltenen Zeichnung die patentirte Sheriff'sche Maschine zur Röhrenformerei dar, welche nur wenig von der bereits erwähnten Maschine abwich. Das Modellstück wurde, senkrecht an einer durch conische Räder umgetriebenen Stange hängend, gedreht und mit ihm zugleich sechs schrägliegende kleine Scheiben, welche mit ihrer inneren Peripherie das Modell, mit ihrer äusseren die Kastenwände berührten.

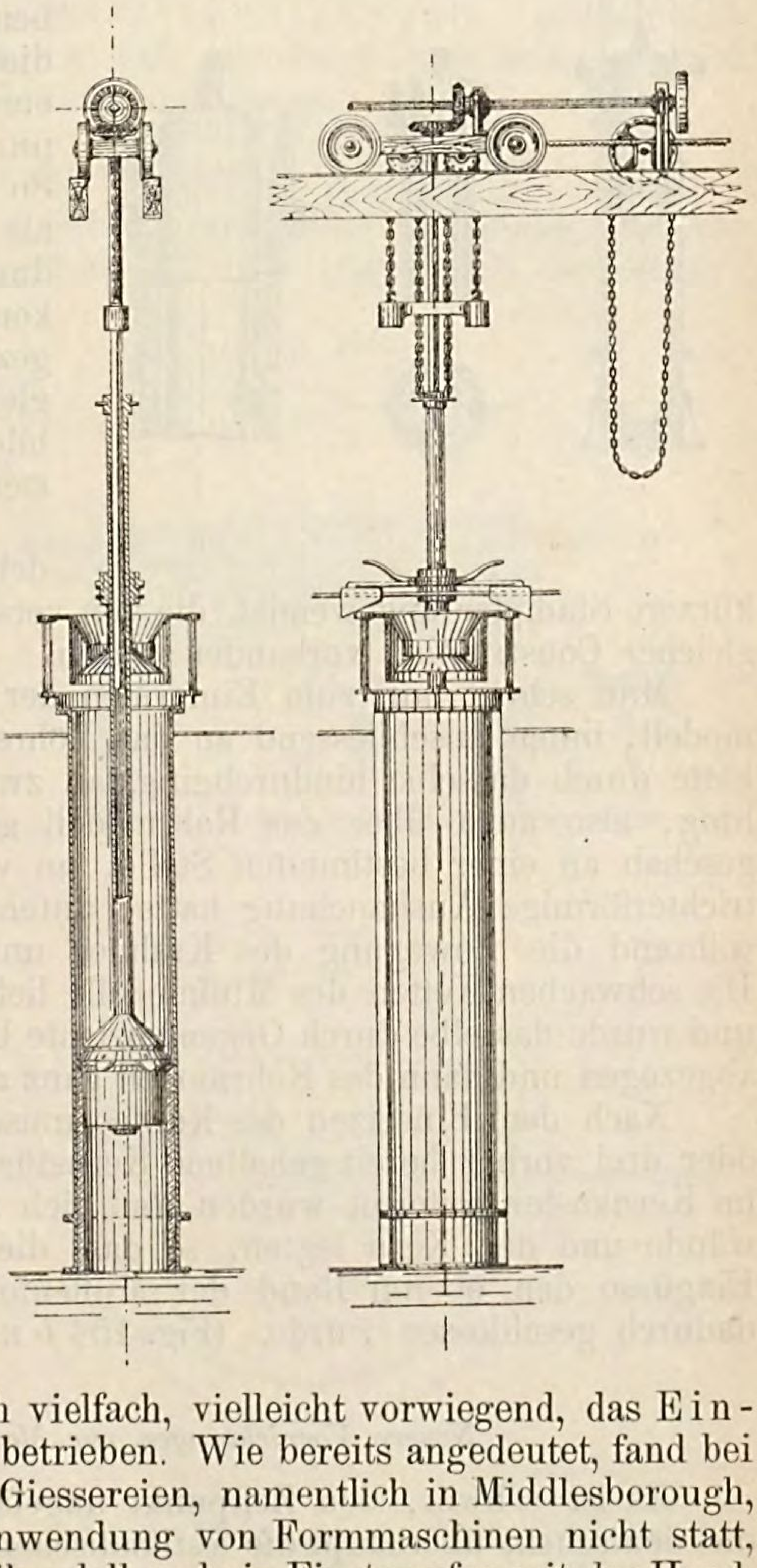
Diese Scheiben drückten den Sand bei ihrer Drehung um das Modell fest, das sich gleichzeitig allmälig hob, so dass die Sandauflagerung in sechs Schraubengewinden angedämmt erschien. Die Zeichnung ergiebt besonders deutlich die Aufschütt- und Leitvorrichtung für den eingeschütteten Sand. Ein auf den Kasten durch kleine Säulen getragener Trichter war unten durch einen conischen Deckel so geschlossen, dass ein Auslaufen des in ihn geschütteten Sandes nur an der Peripherie beider geschehen konnte, und wurde die Grösse dieser Ausflussöffnung durch eine Schraube geregelt, die sich nebst ihrer Mutter mit Flügeln über dem Trichter befand und die Modellstange durch sich hindurchgehen liess, ebenso aber auch ein die letztere umschliessendes Blechrohr. Dieses Rohr hatte an seinem unteren

Ende eine kegelförmige Erweiterung, welche die Druckscheiben mit ihren Wellen vor der Zuschüttung mit Sand schützte und diesen selbst an die Peripherie des Modellstückes leitete, so dass er nur zwischen die Scheiben fallen konnte und von diesen erfasst werden musste.

Damit dies Rohr beim Höhersteigen des Modells ohne Belastung des letzteren mitging, war es an zwei über Rollen gehenden Ketten aufgehängt, welche ein Gegengewicht trugen, durch welches das Gewicht des Rohres balancirt wurde.

Die Einstellung des Aufschüttetrichters richtete sich gänzlich nach der Eisenstärke des zu formenden Rohres, und liess sich derselbe mit einigen Abänderungen für jede mechanische Herstellung der Röhrenform benutzen, während er, da er die Form oben verschloss, für die Handarbeit bei derselben nicht zur Anwendung kommen konnte.

Fig. 153.



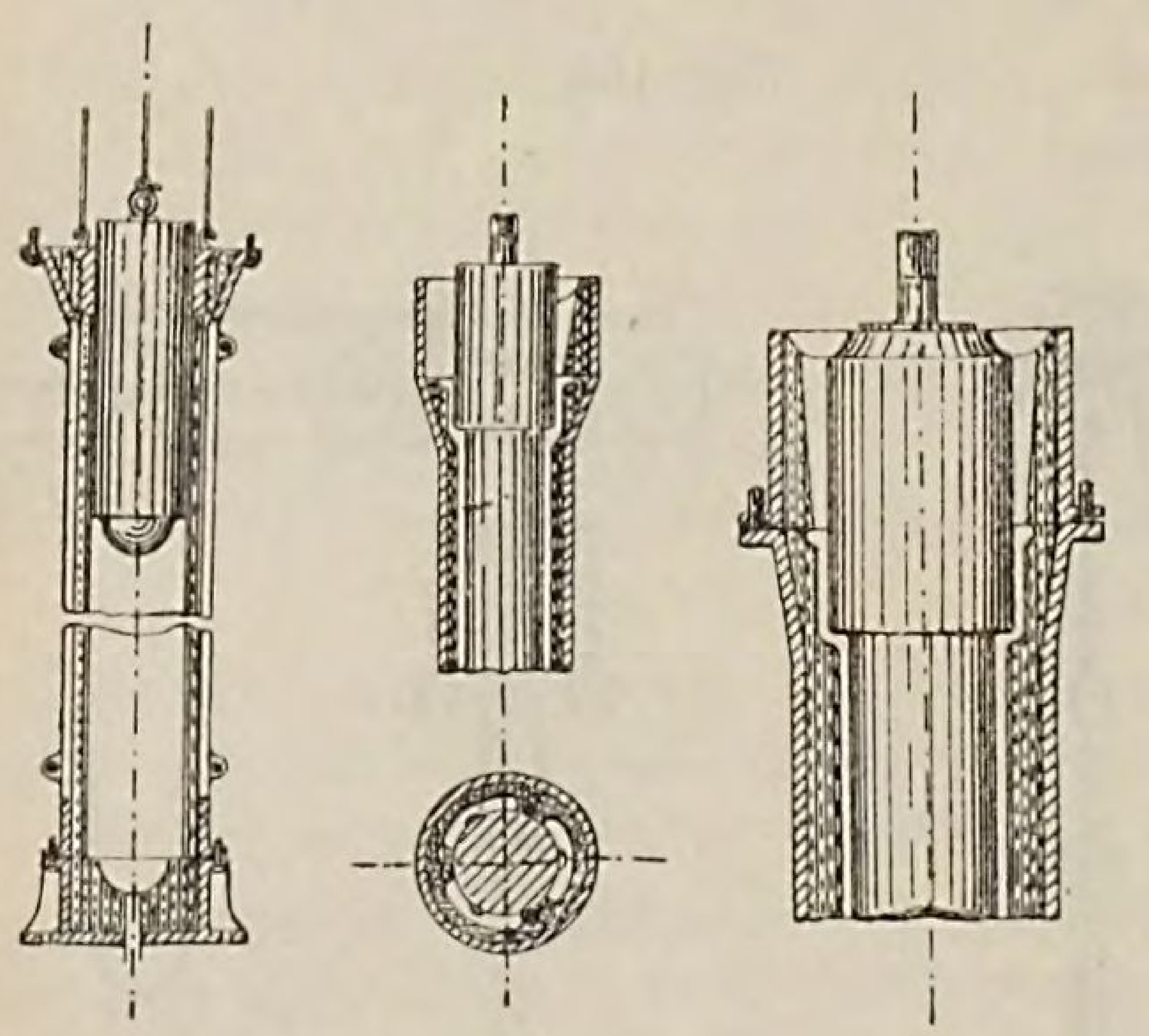
Die ganze Vorrichtung war durch einen auf dem Gebälke der Hütte laufenden Schlitten, der seine Bewegung durch eine bewegliche Zahnstange erhielt, auf diesem Gebälke verschiebbar und konnte deshalb für neben einander stehende Formkasten nach einander verwendet werden, musste aber immer so festgestellt sein, dass die Modellstange genau in die Mittellinie des Formkastens fiel, damit der Sand auf allen Seiten des Rohres möglichst gleichmässig vertheilt und ein Anschleifen einzelner Druckscheiben gegen die Kastenwände vermieden wurde.

Neben diesen ersten Röhrenformmaschinen, deren Kenntniss in patentrechtlicher Beziehung noch immer wichtig sein kann, wurde selbst in England noch vielfach, vielleicht vorwiegend, das Einformen mit Handarbeit betrieben. Wie bereits angedeutet, fand bei Stentz' Besuch in mehreren Giessereien, namentlich in Middlesborough, aber auch in Glasgow, die Anwendung von Formmaschinen nicht statt, dagegen ein Formen nach Theilmodell und ein Einstampfen mit der Hand.

In dem leeren Kasten hing an einer Kette ein Modellstück, ungefähr 3 Fuss lang, oben mit dem Kettenhaken, unten aber mit einer Warze versehen, welche beim niedrigsten Stande des Modells in einer Vertiefung am unteren Stirnrande des zweitheiligen zusammengesplinteten und runden Formkastens genau in der Mitte und ebenso genau senkrecht unter dem Aufhängepunkte feststand. (Siehe Fig. 154 *a*, *b*, *c*.)

Zwischen Modell und Kasten schüttete nun ein Arbeiter die Masse und ein anderer stampfte sie mit langen Stempeln von Rundeisen, unten mit spatelförmigem Ansatze versehen, fest, wobei er fortdauernd um den Kasten herumging. Gleichzeitig fand ein gleichmässiges Heben des Modells statt, indem sich die Kette langsam um die Scheibe eines Dampfkrahnes wand, der nur zu dieser Arbeit diente. So wurde wohl fast so schnell, als es bei sorgfältiger Arbeit durch die Maschinen geschehen konnte, das Modell immer höher gezogen und gleichzeitig wie gleichmässig die Masseform gebildet, bis das Modell fast den Kasten verlassen hatte. (Fig. 154 *a*.)

Fig. 154 *a*, *b*, *c*.



a *b* *c*

Beim Höhersteigen des Modells wurden allmälig immer kürzere Stampfer angewendet, die von verschiedenen Längen, aber sonst gleicher Construction vorhanden waren.

Man schritt nun zum Einformen der Muffe, zu welcher ein Ringmodell, innen anschliessend an das Röhrenmodell, so dass die Modellkette durch dasselbe hindurchging, an zwei Ketten über dem Apparate hing, also auch über das Rohrmodell gestreift werden konnte. Dies geschah an einer bestimmten Stelle, an welcher auch der Kasten eine trichterförmige Ausbauchung hatte; unterdessen wurde das Ringmodell, während die Bewegung des Krahnes unterbrochen war, eingedämmt. Die schwachen Ketten des Muffmodells liefen an der Decke über Rollen, und wurde dasselbe durch Gegengewichte balancirt, so dass es nach oben abgezogen und dann das Rohrmodell ganz ausgehoben werden konnte.

Nach dem Einsetzen des Kernes umschloss man diesen durch zwei oder drei vorher bereit gehaltene Kernstücke von gebranntem Lehm, die im Kernkasten geformt wurden und sich zwischen die obersten Kastenwände und den Kern legten, so dass die durch sie hindurchgehenden Eingüsse den oberen Rand der Muffenform berührten und die Form dadurch geschlossen wurde. (Fig. 154 *b* u. *c*.)

Neuere Vorrichtungen zur Maschinenformerei.

Es ist schwer, den Zeitpunkt ungefähr festzustellen, zu welchem die deutschen, überhaupt die festländischen Giessereien dazu übergingen, die Arbeit der Formerei durch den Maschinenbetrieb zu unterstützen.

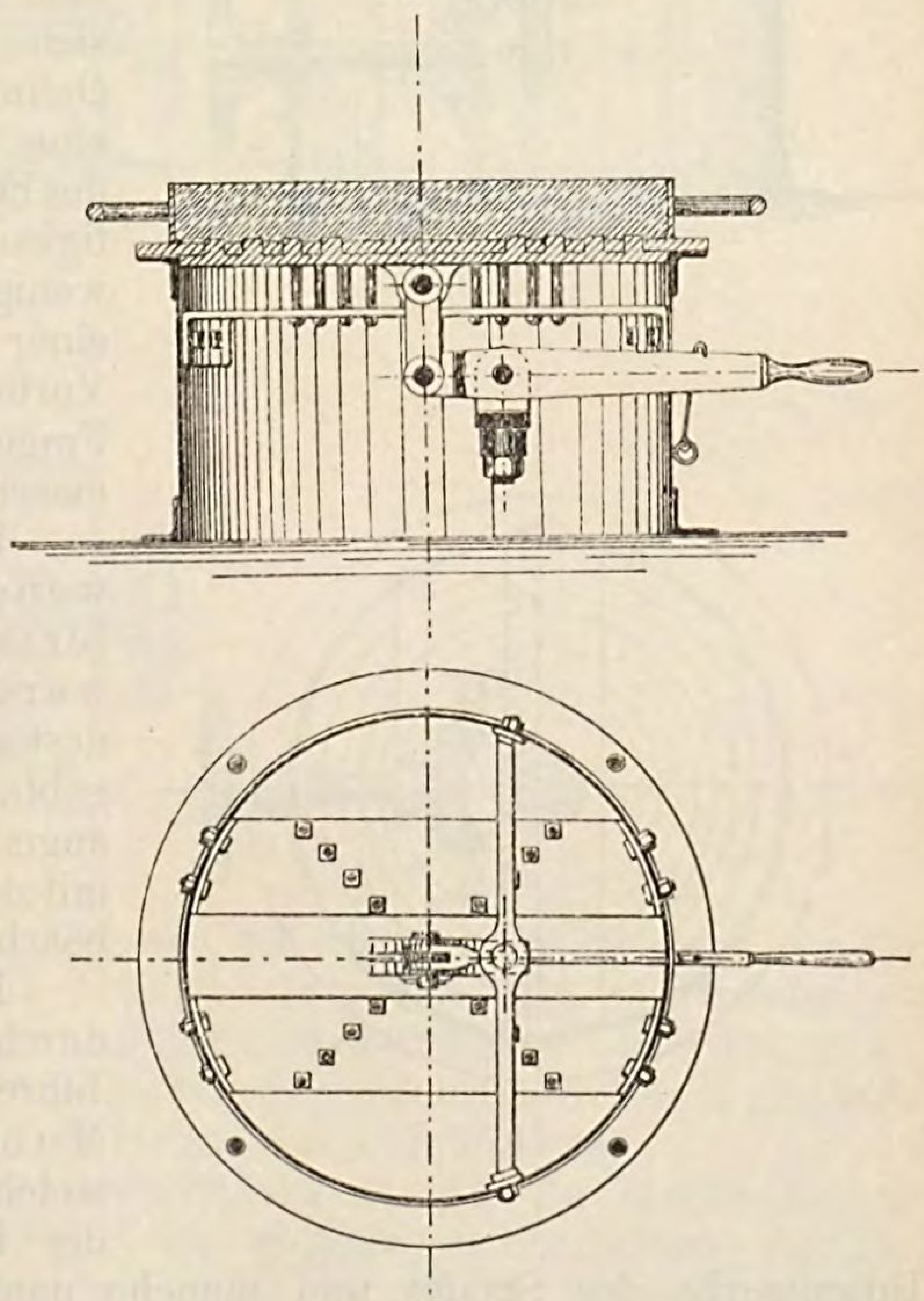
Die ersten Versuche fanden nur sehr vereinzelt statt, und bei dem Verfolgen der Sache stiess man auf manche unvorhergesehene Hindernisse, die mehr oder weniger ihren Grund in der Verschiedenheit der englischen und der deutschen Betriebs- wie Handelsverhältnisse hatten.

Die Arbeit mit den Formmaschinen konnte bei der noch unvollkommenen Arbeitstheilung nicht in dem erforderlichen Maassstabe betrieben werden und berechnete sich deshalb meistens theurer, als die in manchen Bezirken an sich sehr wohlfeile Handarbeit. Es lag deshalb nahe, die Einführung maschineller Hülfsvorrichtungen bei der Formerei da zuerst zu versuchen, wo Massenartikel fabricirt wurden, die in nur wenig Formen in die Welt gehen. Solche Artikel waren und sind noch in Deutschland die Falzplatten, die Ringe für Ofenplatten, die Röhren, die Geschützkugeln, endlich die Räder stärkeren Kalibers, denen sich allerdings eine grosse Anzahl anderer Gegenstände nach und nach anschlossen.

Versuche von Stentz.

Die Arbeiten von Stentz gaben unmittelbar Veranlassung, dass die Einführung der Formmaschinen auf den Giessereien des Staates versucht werden sollten und natürlich auf der Eisengiesserei bei Gleiwitz zunächst in Angriff kam. Später betheiligte sich auch die jetzt längst eingegangene Kgl. Eisengiesserei zu Berlin an der Angelegenheit, wenn auch nur mittelbar. Sie hatte wegen des geringen Umfanges ihrer ganzen Anlage, wie auch des Betriebes, nur ein schwächeres Interesse an dem Verfolgen dieses Fortschrittes, während die mit mächtigem Wettbewerb zeitweise scharf ringende Gleiwitzer Eisengiesserei weit mehr der technischen Hebung ihrer Leistungsfähigkeit bedurfte.

Fig. 155.



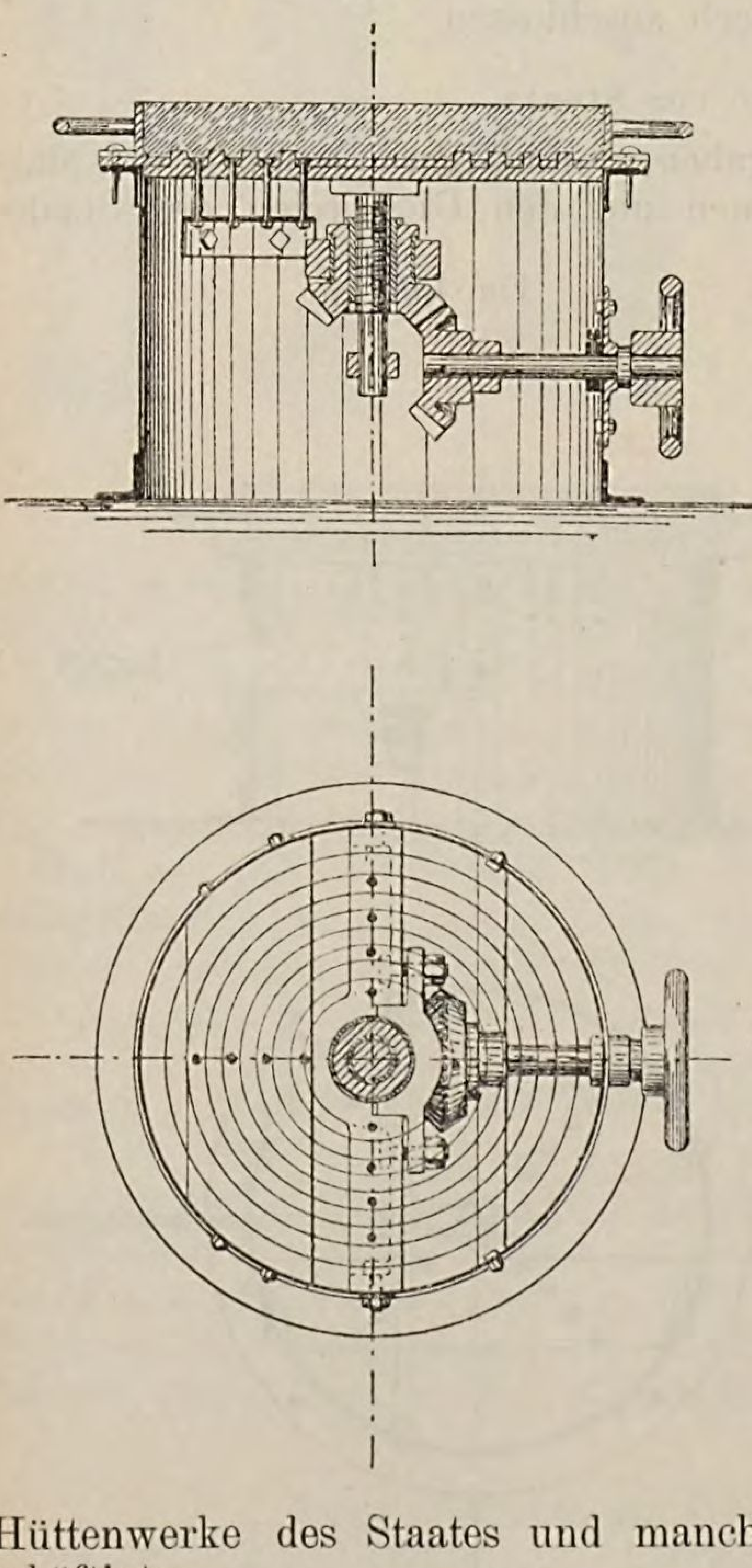
In welcher Weise sich Stentz die Anwendung der englischen Methoden auf die heimathlichen Fabrikationsgegenstände dachte, geht aus den in den Figuren 155—157 reproducirten Mechanismen hervor, die für Kochherdringe eingerichtet waren. In ganz gleicher Weise ver-

suchte man die Darstellung der Falzplatten, machte hierbei aber die Erfahrung, dass für diese Gegenstände eine sehr starke, sogar doppelte oder dreifache Führung nothwendig sei, um das Federn der Modellplatten beim Aufstampfen des Sandes zu verhüten.

Selbst kurze Platten, von 12—15 Zoll Länge und 3 Zoll Breite, nur in der Mitte an der Führungsspindel sitzend, ergaben bei den ersten Giessversuchen Platten, welche an den Enden stärker als in der Mitte waren, während der Falz selbst unverändert bleiben musste.

Diese Platten waren durchaus nicht zu gebrauchen, und da zum Ueberflusse auch noch andere Theile des Apparates zu schwach gebaut und für die oberschlesischen Arbeiter zu wenig widerstandsfähig sich zeigten, konnte von den Maschinen in ihrer damaligen Bauart kein Gebrauch gemacht werden. Diese wie die meisten nach dem Howard'schen Princip gebauten Maschinen erwiesen sich als sehr empfindlich gegen Abnutzung durch die zwischen Modellstück und Plattenausschnitt fallenden Sandkörner und nutzten sich bald ab. Ausserdem aber zeigte sich als Erforderniss für das Gelingen der Maschinenformerei eine gleichmässige Vorbereitung des Formsandes von solcher Wichtigkeit, dass, für Gleiwitz wenigstens, wo damals es an einer hinlänglich geräumigen Vorbereitungsanstalt fehlte, die Frage der Einführung der Formmaschinen vertagt werden musste.

Fig. 156.



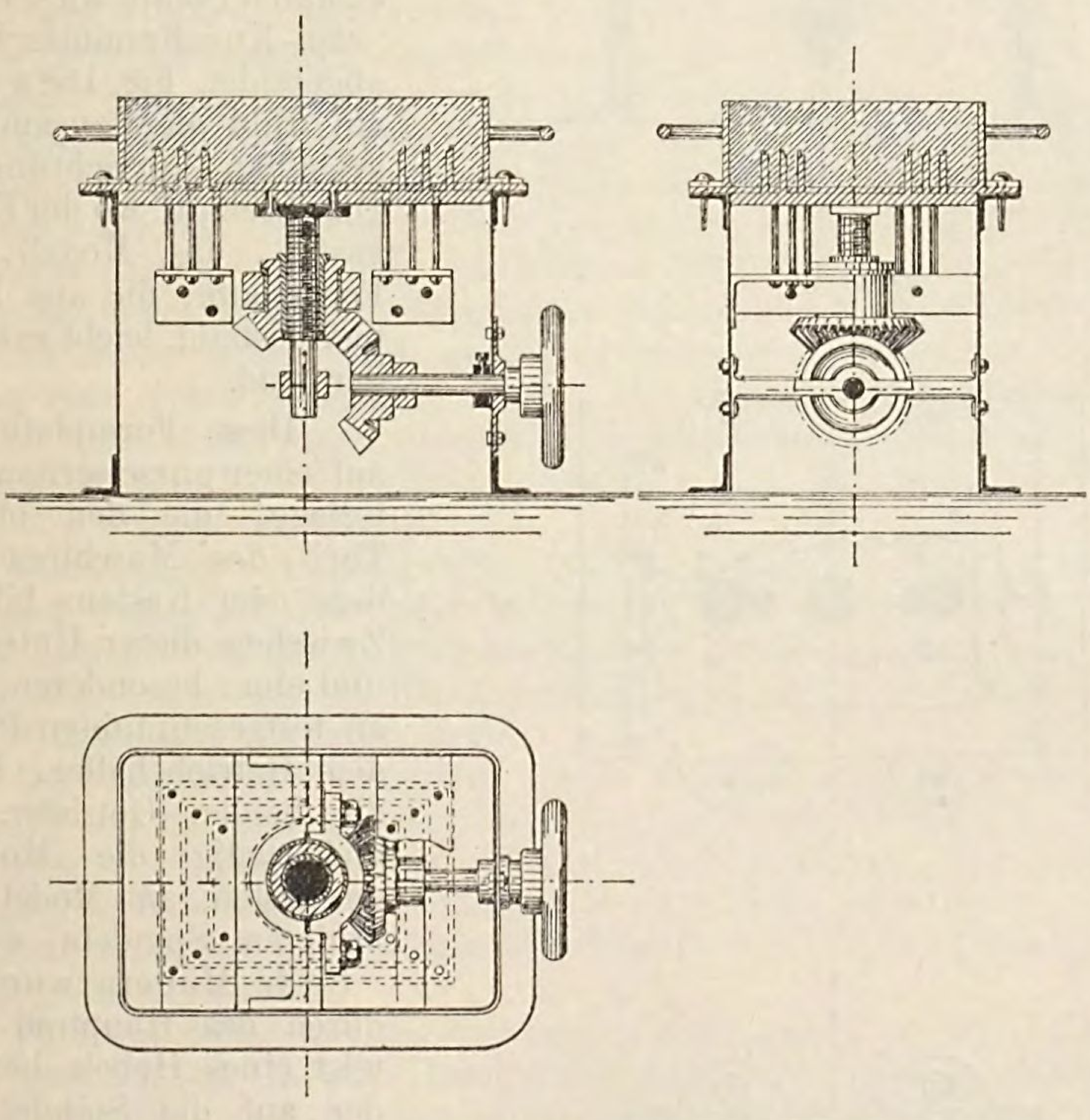
Eine anderweitige Anwendung der Maschinenformerei, ebenfalls nach Howard's Princip durchgeführt und deshalb auch dauernd erfolglos geblieben, wurde in Gleiwitz angeregt und in Gemeinschaft mit der Berliner Eisengiesserei bearbeitet.

Es war dieses Vorgehen durch die starke Nachfrage der Jahre 1865—1869 für eiserne Munitionskerne veranlasst, welche ausser den Giessereien der Kriegsverwaltung noch die Hüttenwerke des Staates und manche namhafte Privatgiessereien beschäftigte.

Die in Berlin nach Angaben des Hütteninspectors Petzeld von Gleiwitz erbaute Maschine gründete sich, wie schon angedeutet, eben-

falls auf das Princip des Modellausziehens Howard's. Ein ebenfalls mechanisches Aufstampfen des Sandes war hierbei von vornherein noch weniger ins Auge zu fassen als bei den anderen Artikeln, da die Geschosskerne eine so empfindliche Abnahme durchmachen müssen, dass eine besondere Uebung dazu gehört, um die Festigkeit des Stampfens der augenblicklichen Sandqualität, Feuchtigkeit, Frische u. s. w. anzupassen, und dass also eine durchaus uniforme Behandlung des Sandes vorhanden sein müsste, wenn eine maschinelle Kraft das Stampfen ausführen sollte. Die Versuche, welche mit der Maschine angestellt wurden, ergaben befriedigende Resultate,

Fig. 157.



aber man fand damals, dass für ein so überbeschäftigtes Werk, wie es eine Giesserei mit einem ausgedehnten und mannigfachen Fabrikationsplane nothwendigerweise ist, die Einführung von so durchgreifenden Aenderungen der Arbeitsweise in ruhigere Zeiten verlegt werden müsse.

Die Anfertigung des ersten Inventars der Formmaschinen erfordert begreiflicherweise, wegen der sorgfältigen Bearbeitung sämmtlicher Stücke, eine weit grössere Summe an Arbeit, zusammengesetzt aus Kraft und Zeit, als das gewöhnliche Giessereiinventar; das war der Grund für die genannten staatlichen Werke, einstweilen von der Einführung der Neuerung abzusehen, um so mehr, als besondere Fonds

zur Ausführung der Versuche nicht gewährt und deren Kosten auf den laufenden Betrieb übernommen werden sollten.

Fig. 158a.

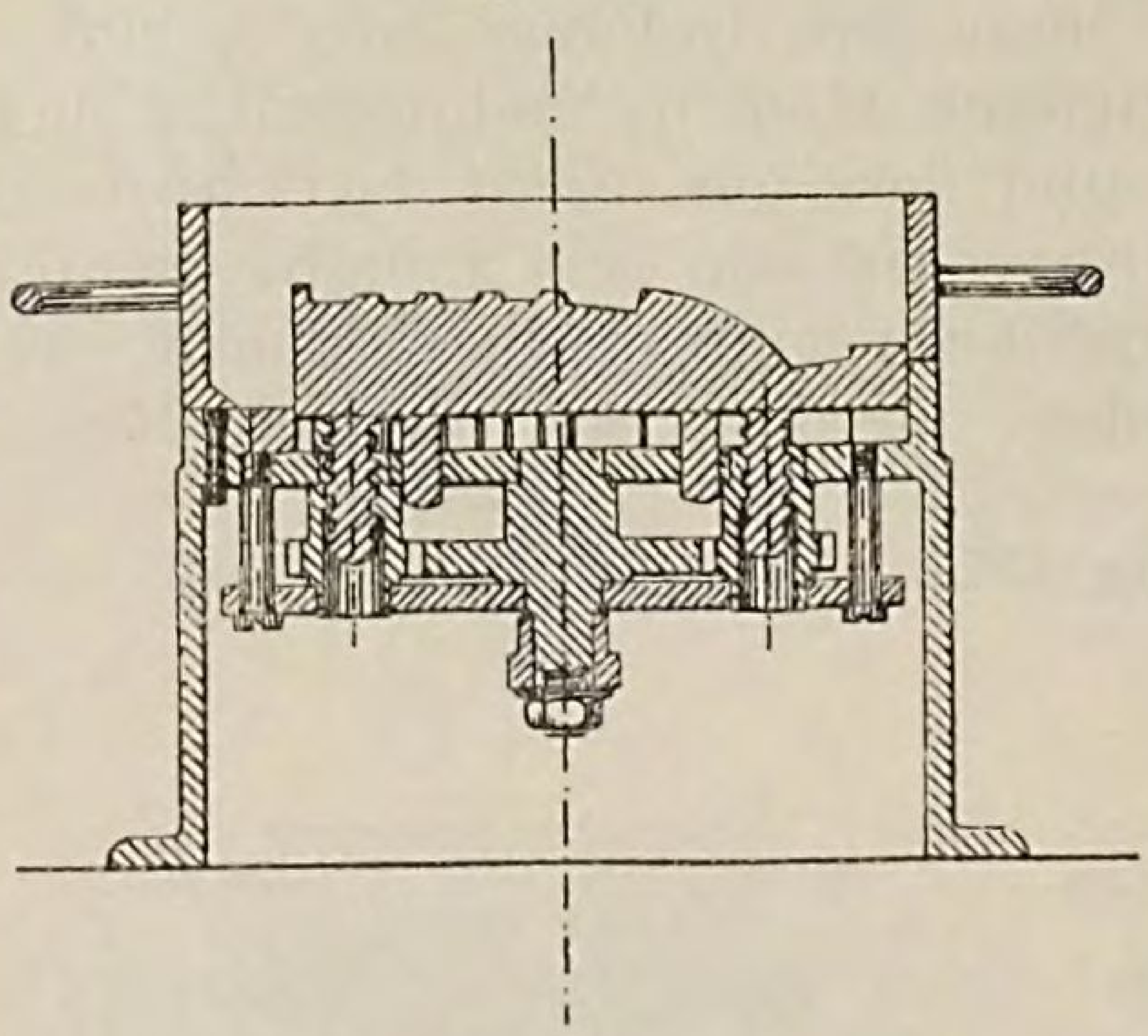
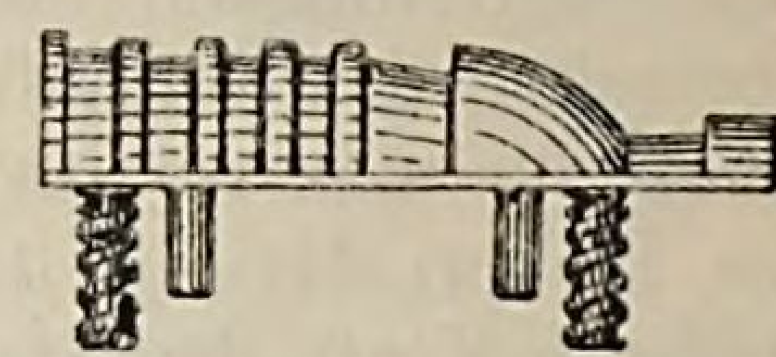
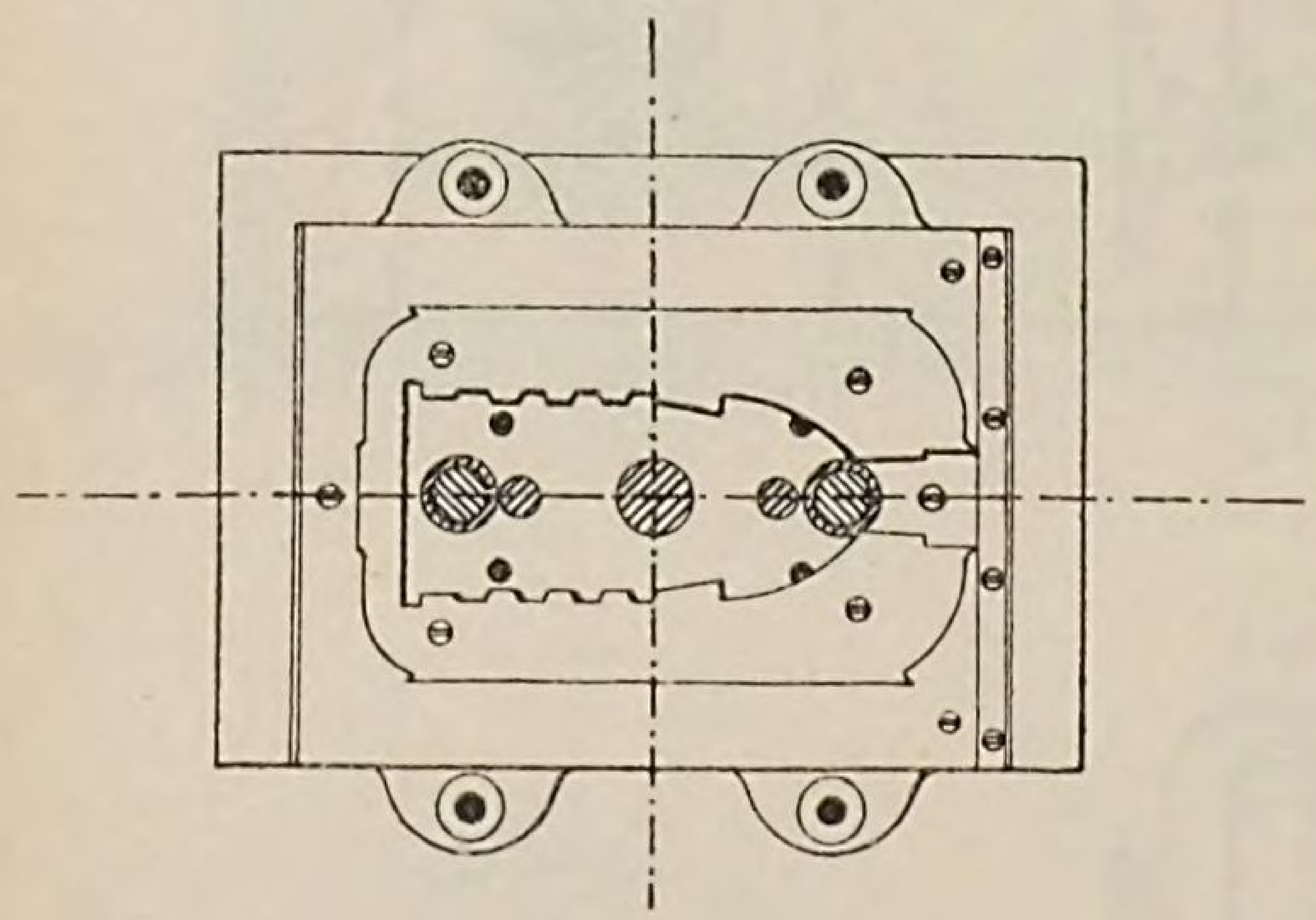


Fig. 158b.



In den Figuren 158 bis 160 sind dennoch die interessanten Details dieser ältesten Kugelformmaschine abgebildet. Fig. 158a giebt ein Bild der zusammengestellten Vorrichtung im Durchschnitt, wo der Formkasten, das Modell, die Formplatte, die aus Hartblei bestand, leicht erkennbar sind.

Fig. 159.



Diese Formplatte lag auf einer gusseisernen Unterlage, die den oberen Theil des Maschinenständers oder Kastens bildete. Zwischen dieser Unterlage und einer besonderen, daran festgeschraubten Platte, dem Getriebehalter, lagen die beiden Getriebe, die gleichzeitig die Muttern der festen, am Modell befestigten Spindeln waren. Beide Muttern wurden durch das Hauptrad mittelst eines Hebels bewegt, der auf die Spindel des Hauptrades aufgesteckt und durch eine Mutter festgehalten wurde.

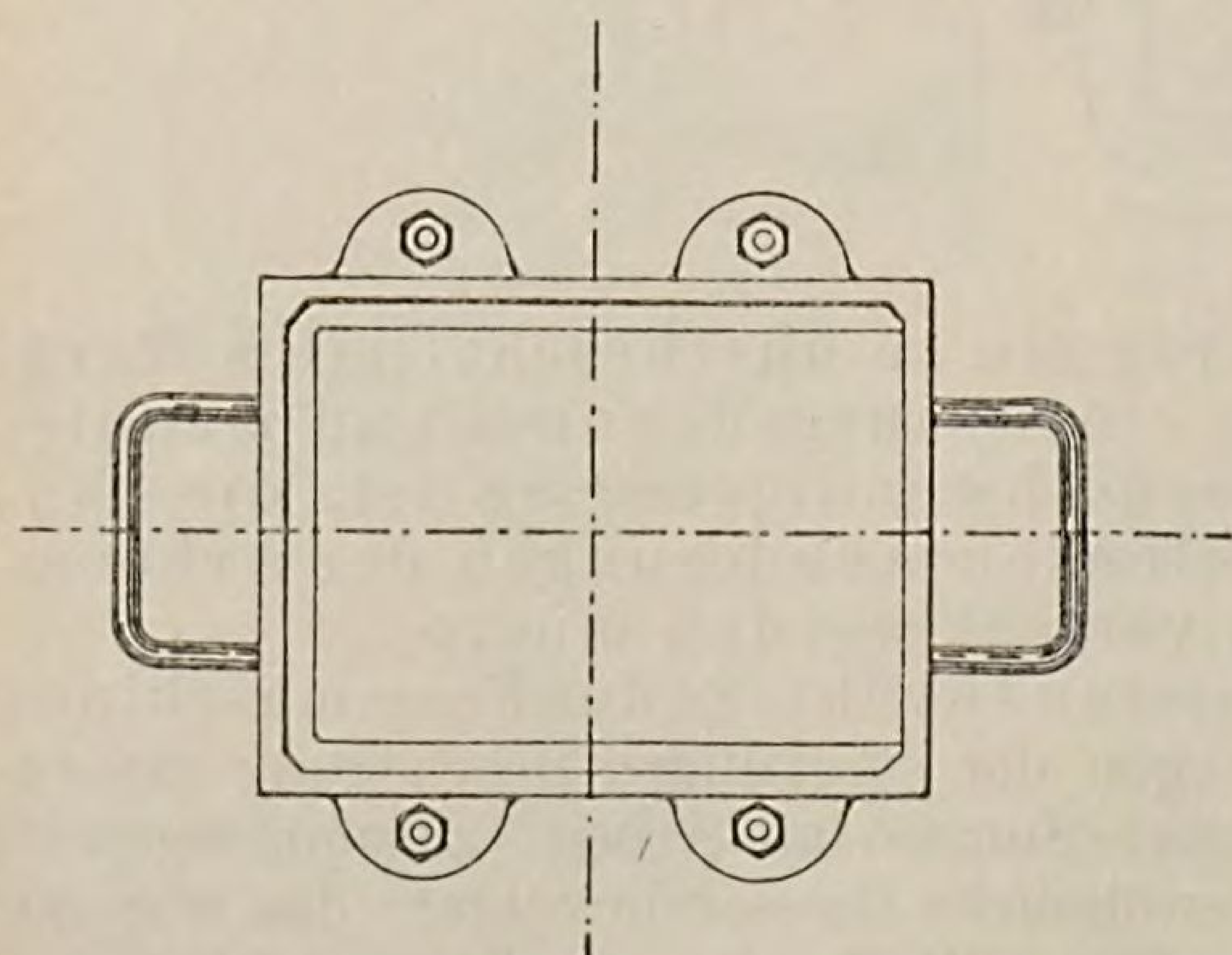


Fig. 160.

Ein Knopf an diesem Hebel vermittelte den Anschlag in einem Punkte der Kastenwand, wenn zur Lösung des Modells nach dem Einstampfen der Hebel von links nach rechts bewegt wurde.

Der Formkasten fand an der rechten Seite des Gestells eine vorstehende Anschlagstelle, welche genaueste Stellung gestattete.

Weiter bezeichnen Fig. 158b die Seitenansicht des Kugelmodells, um die daran besetzten Schraubenspindeln und Führungsbolzen deutlich zu machen;

Fig. 159 die obere Ansicht desselben;

Fig. 160 die obere Ansicht des Formkastens.

Neuere Versuche mit Röhrenformmaschinen.

Weitere Versuche der deutschen Hüttenwerke, die Formmaschinen anzuwenden, schritten damals nur sehr langsam voran und waren wenige nur bekannt geworden. Ein Mechanismus zum Stampfen der Röhrenformen, den einzelne Giessereien eingeführt hatten, musste später erst verbesserten Stampfvorrichtungen, dann der durch anderweitige Verbesserungen ausserordentlich vervollkommneten Handarbeit, eventuell anderen Stampfeinrichtungen weichen und wurde ganz abgestellt; er lief damals darauf hinaus, durch eine schraubenartig gewundene Fläche, die sich um das Rohrmodell herum bewegte, den Sand zwischen diesem und dem Formkasten festzudrücken, und lehnt sich einer der von Stentz beschriebenen Methoden von Stewart an.

An Stelle dieser bald wieder verlassenen Vorrichtungen trat weit später eine Vorrichtung zum Formen mit hohlem Vertheilungsstampfer, welche Vorrichtung unter anderen durch ein deutsches Patent (Nr. 12450, ausgegeben am 25. März 1881) geschützt wurde, das Jacques Desiré Delille ertheilt worden ist.

Doch schon vorher standen principiell gleiche, aber in der Ausführung durchaus veränderte Maschinen an vielen Stellen in Anwendung, welche von der Eigenthümerin des Delille'schen Patentes, der grossen Eisengiesserei zu Marquise zwischen Calais und Boulogne, das Benutzungsrecht erworben hatten.

Der damals an der Spitze dieses Werkes stehende Director Dewailly hat die Delille'sche Maschine, die schon frühzeitig in England und Frankreich patentirt war, vollkommen umgeändert, doch sind Zeichnungen derselben selbstverständlich nie zu erhalten gewesen, da sogar der Zutritt zu den betreffenden Werkstätten nur selten, später gar nicht mehr gestattet wurde.

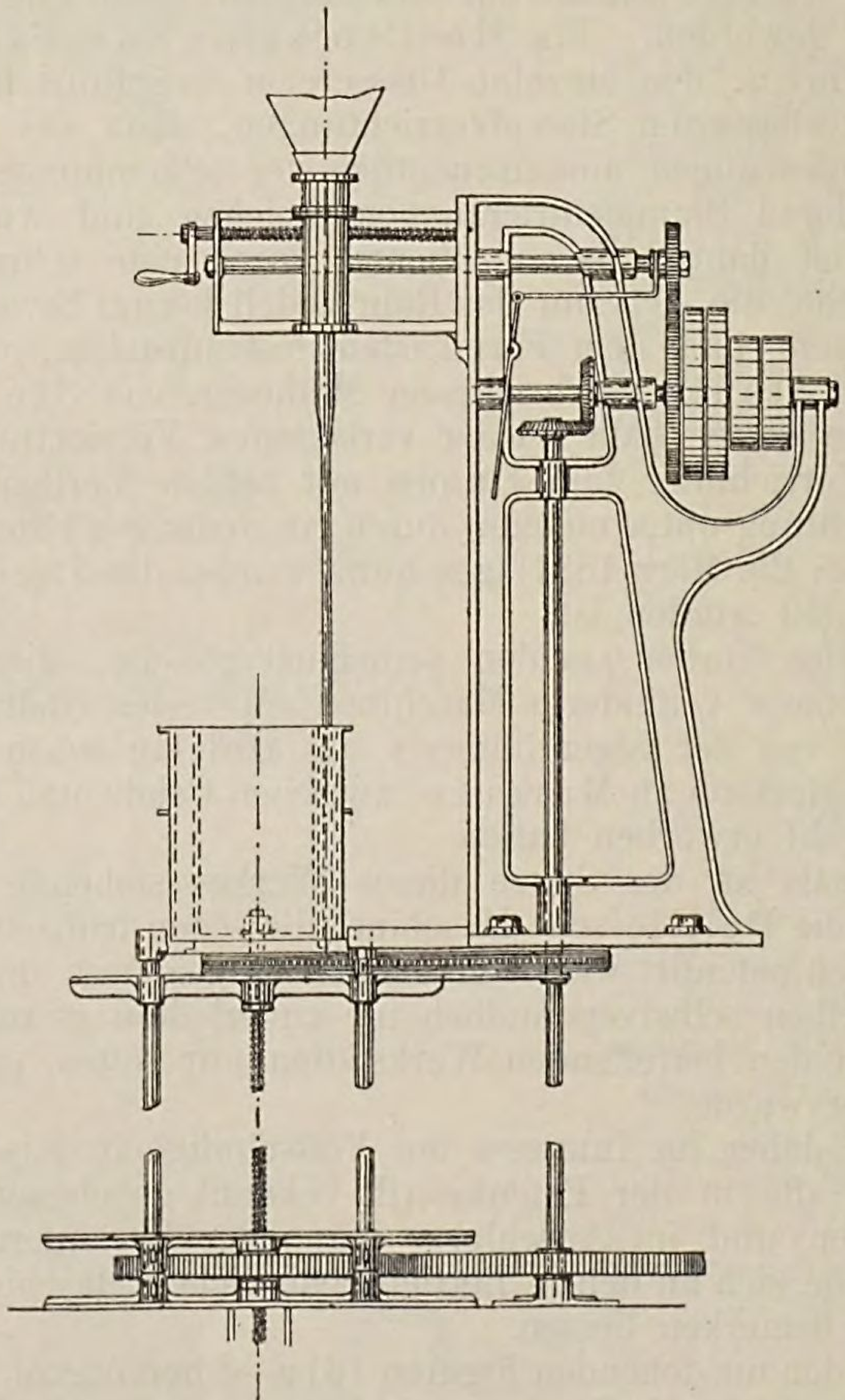
Es kann daher im Interesse der Vollständigkeit dieses Abschnittes hier nur auf die in der Patentschrift bekannt gegebenen Einzelheiten zurückgegriffen und im Anschlusse daran der Veränderungen gedacht werden, welche sich an den in Betrieb befindlichen Maschinen bei kurzer Besichtigung bemerken liessen.

Wie aus den umstehenden Figuren 161 a—f hervorgeht, ist die Stampfvorrichtung an einem die Bewegungsübertragungen tragenden Gerüst verschiebbar besetzt, um auf jeden Durchmesser der Form eingestellt zu werden, welche Letztere auf einem Drehtische central besetzt ist.

Der oberste Theil des Stampfers mit aufgesetztem Trichter bewegt sich (Fig. 161 d) in einem Cylinder und wird oben durch eine Art Stopfbüchse geführt. Eine Spiralfeder schnellt den durch eine Daumenwelle oder ein Hebelstück mit Gabel emporgehobenen hohlen Schaft des Stampfers wieder zurück.

Die Daumenwelle wird von der Riemenscheibenwelle aus mit einfacher Umsetzung betrieben, während eine weitere Umsetzung mit conischen Rädern eine Vertikalwelle bewegten, die unter den Formtisch reicht und sowohl Drehung als Senkung derselben bewirkt. Die Letztere wird durch eine im Mittel der Form unter dem Tische befindliche Schraubenspindel verursacht, welche in der Nabe des mittleren, unten befindlichen Getriebes auf und ab geschoben wird, da sie im Tische festgeschraubt ist und sich nicht drehen kann.

Fig. 161 a.



Die Drehung des Tisches erfolgt, wie der Grundriss Fig. 161 b zeigt, mittelst Kette oder Rolle.

Die Figuren 161 e, f, g stellen beziehungsweise den Stampfer, den Schlaucheinsatz (um die Stösse etwas aufzuheben) und kleinere Hülfsvorrichtungen vor.

Dewalliy hat die Vorrichtung ganz abgeändert gehabt und einen mit Klauenring versehenen Stampfer construirt, der, von einer Trans-

Fig. 161 b.

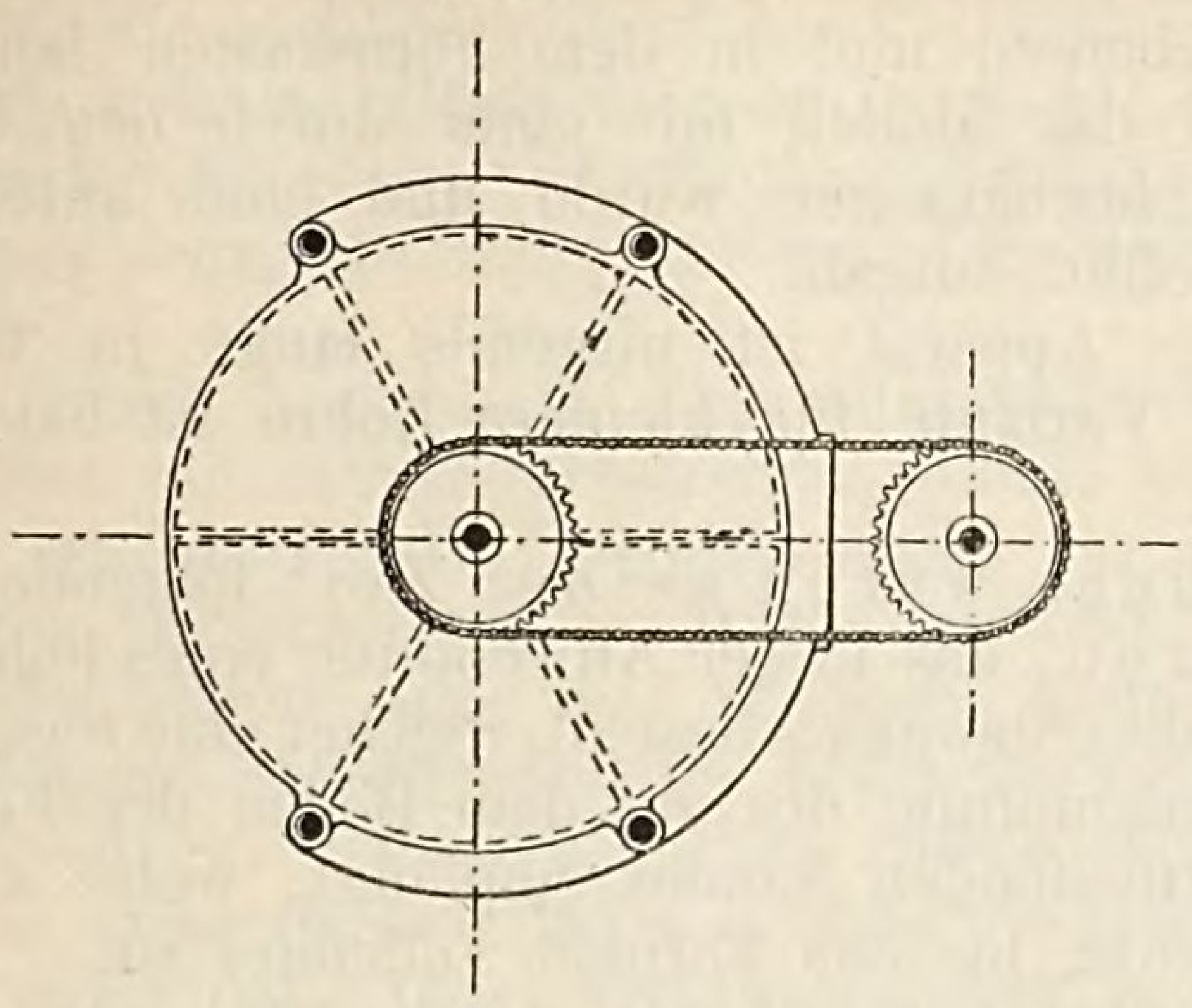


Fig. 161 e.

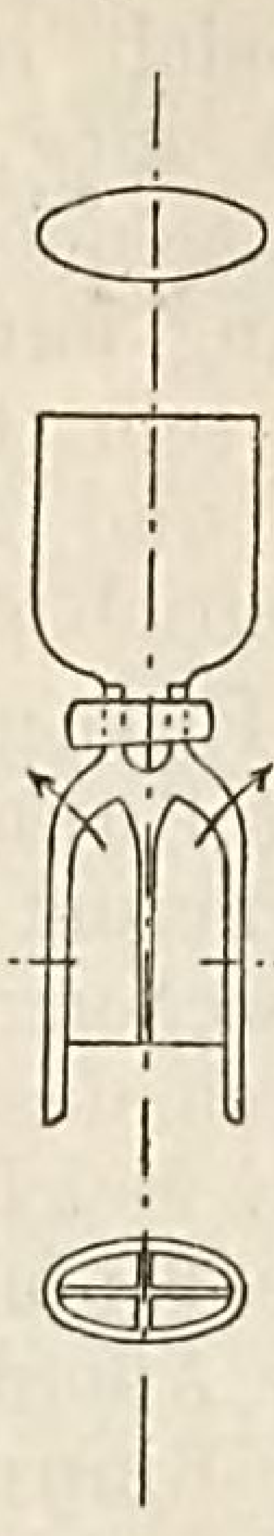


Fig. 161 c.

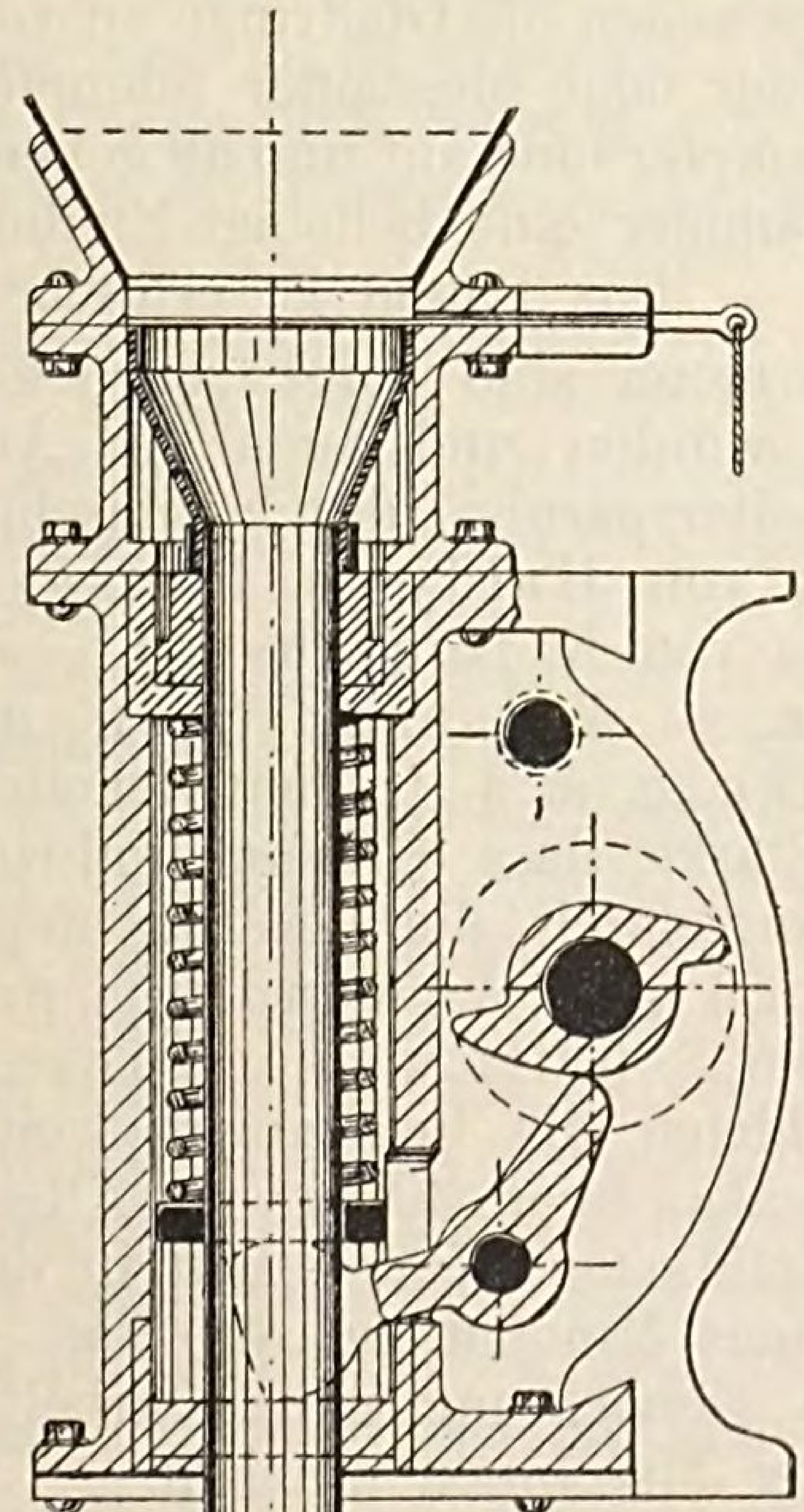


Fig. 161 f.

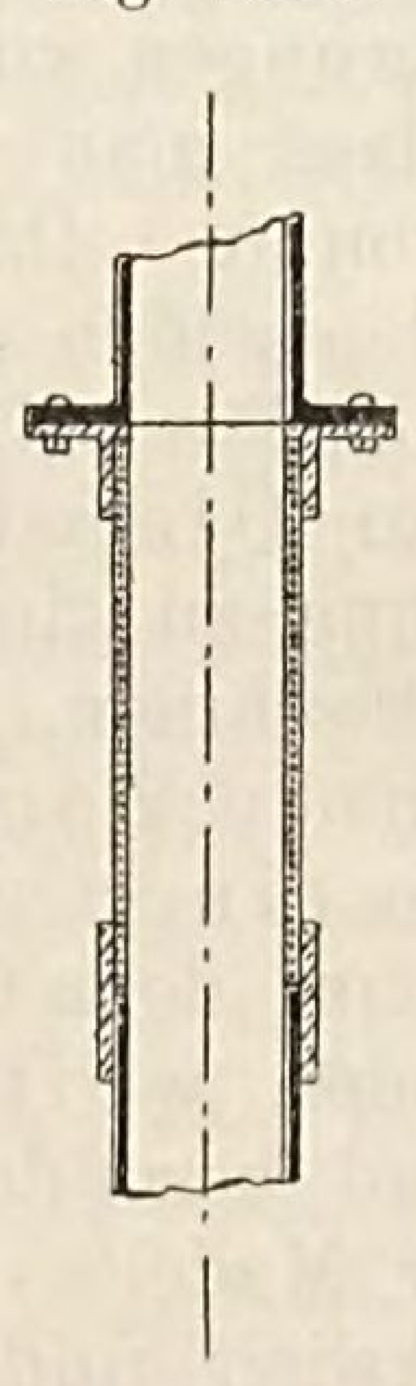


Fig. 161 g.



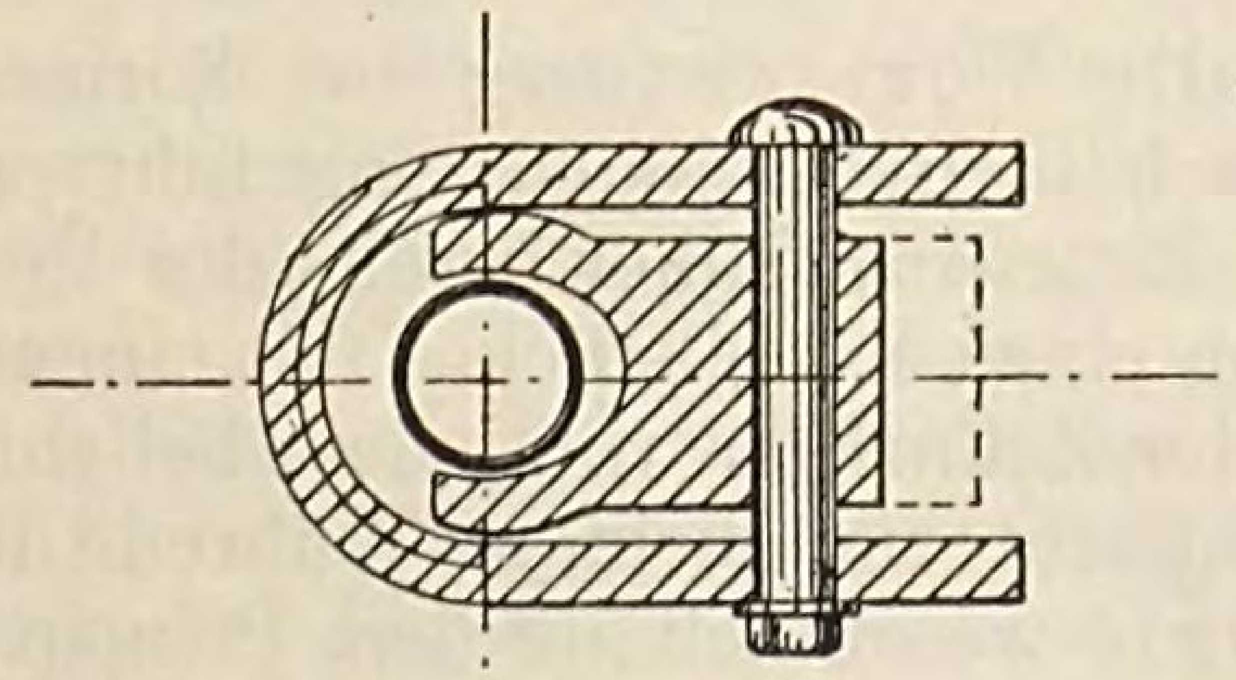


Fig. 161 d.

missionswelle aus gehoben und fallen gelassen, dabei langsam um das ganze Modell rotirend arbeitete und in dem Formkasten langsam in die Höhe stieg, während das Modell mit einer durch den Stampfer hindurchragenden Stange hochgezogen wurde und eine automatische Vorrichtung fortwährend Sand aufgab.

Der sehr kostspielige Apparat ist nirgends lange in Gebrauch gewesen, und auch eine Variante für kleinere Rohre ist bald wieder ausser Betrieb gelangt.[1])

Die Patentansprüche waren seiner Zeit folgende:

„1. Das Formverfahren, das in der Anwendung eines hohlen, den Formsand vertheilenden Stampfers besteht, welcher eine regelmässige Bewegung zur Feststampfung des auf dem Boden der Form sich durch das Rohr vertheilenden Sandes empfängt, wobei die Form sich gleichmässig senkt, bis das Formen vollendet ist.
2. Die Einführungsregulirung des Sandes in den Stampfer.
3. Die Anordnung einer Kautschuk- oder ähnlichen Verbindung, um den Eintritt des Sandes zwischen die Gleitringe zu verhindern.
4. Ein mit Gelenk versehener oder biegsamer Stampfer.
5. Die Einrichtung, dem Stampfer eine auf und ab gehende Bewegung,
6. die Einrichtung, dem Stampfer eine beliebige Stellung zum Mittel der Form zu ertheilen.“ — Das Patent ist erloschen.

Gerade für die Röhrenformerei sind sonst so viele anderweitige Verbesserungen vorgeschlagen worden und auch zur Ausführung gelangt, dass man von der Zeitersparniss durch Maschinenarbeit absehen konnte. Das Verfahren von Haldy in Pont-à-Mousson, das früher demselben nachgebildete von R. Böcking & Co. auf der Hallbergerhütte bei Saarbrücken, zu Wasseralfingen, in Hannover, später zu Gleiwitz, Schalke u. a. a. O. entwickelte die Röhrenanfertigung zu einer solchen Stärke, dass es kaum nothwendig erschien, durch Maschinen, in Verbindung damit, die Leistung noch zu steigern. Es könnte heute nur noch die Anwendung permanenter Formen einen erheblichen Schritt weiter führen. Eine Ausnahme von dem Gesagten bildeten die im Ganzen weit seltener vorkommenden weiten Rohre, also über 300 m im Allgemeinen. Für diese und besonders für die stärksten Weiten tritt in der Herstellung ganzer Modelle ein belastendes Moment auf die Seite der herkömmlichen Arbeit und macht die Einrichtung genau arbeitender und in den Dimensionen veränderlicher Maschinen nützlich.

Räderformmaschinen.

Die einzige maschinelle Vorrichtung zur Formerei, welche schon in damaliger Zeit vielfach in Deutschland eingeführt worden war, betraf die Räderformerei. Es wurde früher bereits der Vorrichtungen gedacht, die durch Combination eines Modellstückes mit einem Kreistheilmechanismus das Einformen der Zahnräder von jedem beliebigen Durchmesser und jeder beliebigen Zahnzahl ermöglichten. Während die Methoden von Ferrouilh und de Louvrié wesentlich auf dem Princip der Theil-

1) Eine Giesserei Deutschlands zum Beispiel betreibt noch die Dewailly'sche Maschine für grosse Durchmesser.

maschinen beruhten und die Anfertigung von Zahnkernen voraussetzten, die nachher mittelst der Vorrichtung an Ort und Stelle genau angebracht werden, bildete die von Jackson in Manchester erfundene Maschine bereits einen selbständigen Mechanismus, hatte aber die Nachtheile eines sehr schweren, umfänglichen und doch wenig beweglichen Apparates.

Schon die Anordnung eines drehbaren Tisches, auf dem sich der Formkasten mit seinem plastischen Inhalte bewegen sollte — gleichgültig, welches der Durchmesser auch war —, muss als eine fehlerhafte Construction bezeichnet werden. Die Schwierigkeit, auf einer horizontalen, um eine vertikale Achse sich drehenden Scheibe einen grossen Räderformkasten vollzustampfen, ohne die Stellung der Scheibe und die Genauigkeit ihres Spieles vorübergehend und dauernd zu stören, steigerte sich dadurch, dass die Hauptarbeit, diejenige, bei welcher der grösste Grad von Genauigkeit erforderlich war und ist, am Rande der Scheibe vorwiegend stattfand, denn da lag doch der Zahnkranz.

Die Art, wie dieser in seiner Form erzeugt wurde, indem ein radial über den Randkranz hinwegragender, ausserhalb desselben festgelegter Arm mit dem Modellstück beliebig verstellt werden konnte, war keine in dem Räderbau ursprünglich begründete, sondern beruhte auf einer künstlicheren Auffassung, dem Arbeiter also fremder und weniger einleuchtend. Die allgemeine Einführung dieser Maschine war deshalb von vornherein anzuzweifeln und ist in der That auch nicht gelungen, ebensowenig wie die in der Ruffer'schen Fabrik bereits 1855 üblich gewesene Methode, mit einem Modelltheil und einer Theilscheibe Zahnkränze zu formen.

Nur für kleinere Räder kam man wieder auf das Princip des sich drehenden Formkastens zurück, wie weiterhin gezeigt werden soll.

Alle diese Vorrichtungen erforderten eine lange Lehr- und Uebungszeit von Seiten des Arbeiters, ergaben dagegen durchaus keine sicheren Resultate und waren nicht in jedem Sinne Maschinen, d. h. selbstcontrolirende und selbstthätige Apparate mit manueller Bedienung.

Die Anforderungen, welche an eine Räderformmaschine gestellt werden können, erfüllte zuerst und allein die im Jahre 1865 patentirte Vorrichtung von George Lamb Scott (Specification A. D. 1865, 25. October, Nr. 2751), die neuerdings viele Verbesserungen erfahren hat.

Die beste ältere Darstellung derselben hat Felbinger in der Zeitschrift des Oesterr. Architekten- und Ingenieurvereins 1869, S. 93 (daraus Dingler's Journal, 194, S. 292, und praktischer Maschinenconstructeur 1869, S. 194) gegeben, nebst Abbildungen, denen die auf Taf. XV befindlichen Darstellungen nachgebildet sind. Schon die von Felbinger mitgetheilte Construction stimmt nicht mehr genau mit der dem ursprünglichen Patent zu Grunde liegenden überein, sondern zeigt in der Fundamentirung und in einzelnen anderen Details bereits einige Verbesserungen.

Später wurden diese Formmaschinen noch vielfach abgeändert, theils vereinfacht, theils auf Specialverzahnungen angewendet.

Wie aus den Fig. 1, 2, 3, 5 und 6 hervorgeht, besteht der Apparat aus einer Spindel, die in einem gusseisernen, mit Fundamentplatte verschraubten Ständer festgehalten wird. Auf dieser Spindel steckt eine

zweite hohle Spindel, welche an ihrem oberen Ende das Schneckenrad des Theilapparates, fest aufgekeilt, trägt. Auch diese Spindel ist fest, d. h. für gewöhnlich nicht drehbar, und um ihre obere dünnere Hälfte bewegt sich eine Hülse, welche das Lager der Schnecke trägt und mittelst zweier Backen die Führung des horizontal verschiebbaren Rahmens bildet, an dem das Modell angebracht ist.

Alle diese Theile sind leicht auseinander zu nehmen, und nur der Fundamentständer, der gewöhnlich bis zur angedeuteten Höhe in der Erde vergraben steht, bleibt nach gethaner Arbeit stationär. Das Uebrige wird, falls der Platz gebraucht wird, weggenommen und verwahrt.

Der Ständer wird, bevor er eingegraben und beschüttet wird, auf einem Steinwürfel oder einer Cementunterlage befestigt, um eine möglichst unveränderliche Lage zu ermöglichen.

In Giessereien, welche **viel** Getriebe und Zahnräder giessen, bringt man naturgemäss zwei, auch mehr vollkommen gleiche Fundamentständer an verschiedenen Orten der Hütte an und wandert unmittelbar nach dem Formen der Zähne mit den abnehmbaren Theilen des Apparates von dem einen dieser Orte zum andern, ohne Zeit verlieren und Ausputzen, Trocknen, Schliessen der Form, sowie Abguss und Abkühlung abwarten zu müssen.

Die neueren Rädergiessereien, welche die Herstellung von Zahnrädern als Sonderarbeit und selbständig betreiben, haben selbstverständlich ständige Arbeitsstellen oder Maschinen.

Das Hauptstück der ganzen Vorrichtung, der horizontal verschiebbare Rahmen (frame), besteht aus zwei Balken, die an den Enden mit einander verbunden sind (siehe Fig. 5). Er kann durch eine lange Schraubenspindel horizontal verschoben, dadurch auch das am ausladenden Ende angebrachte Querhaupt in beliebige Entfernung vom Spindelmittel gebracht und durch zwei in Schlitzen der Balken angebrachte Kopfschrauben an die Backen der Schneckenradhülse festgeschraubt und fixirt werden.

An dem Querhaupt befindet sich eine Prismaführung für das einzuformende Radmodell, und es dient folglich die Schraubenspindel des Rahmens dazu, den Radhalbmesser festzustellen.

Das Zahnmodell wird mit Holzschrauben an der unteren Querplatte des Prismas angeschraubt und das Prisma wird durch ein Kettengetriebe und eine Schnecke auf und ab bewegt. Um die Lage des Modells während des Umstampfens zu sichern und namentlich ein Heben zu verhindern, ist auf der Vorderseite der Prismenhülse eine mit einem Griff versehene Druckschraube vorhanden (Fig. 1, 2, 5, 6), welche es gestattet, in kürzester Frist das Prisma in seiner Bewegung anzuhalten. Die Einrichtung des Prismas erhellt aus Fig. 4, welche einen horizontalen Durchschnitt desselben zeigt.

Um die Theilung hervorzubringen, d. h. das Herumdrehen des Modells um die Achse des Apparats, greift in das feste Schneckenrad der Achse eine Schnecke; diese lagert in dem Oberende eines von der beweglichen, den Rahmen oder frame tragenden Hülse ausgehenden Armes und wird ihrerseits wieder von einer an jenem angebrachten Welle aus mit Stellrad bewegt.

Dieses Stellrad ist so eingerichtet, dass es nur immer um ein bestimmtes Intervall vorwärts bewegt werden kann, damit der Arbeiter nicht gezwungen ist, den Gang des Apparates an dem Vorrücken des Modells zu controliren. Die Handkurbel der bewegenden Welle geht zu dem Behufe auf einer Scheibe mit vorstehendem Rande, in dem sich Einschnitte zum Feststellen der Kurbel in bestimmten Stellungen vorfinden.

Die Vermittelung der Handwelle mit der Schnecke geschieht durch eine Reihe von Getrieben, welche in einem abnehmbaren Bügel eingelagert sind und beliebig gewechselt werden können.

Wenn das Rad auf der Handspindel n Zähne hat, das Rad auf der Schneckenspindel n^1 Zähne, wenn ferner die Umdrehungszahl der Hauptspindel x ist, so besteht die Relation $x \frac{n}{n_1} = \frac{180}{N}$, wenn das grosse Schneckenrad 180 Zähne hat und wenn N die Zahnzahl des zu formenden Rades beträgt.

Bei x Umdrehungen der Handspindel werden die Balken des Rahmens mit dem Zahnmodell um einen Winkel verdreht, der einer Anzahl $\frac{180}{N}$ der durch die Schnecke voranbewegten Zähne des grossen Schneckenrades entspricht.

Durch Aenderung von nn^1 in x kann man jedes beliebige N erhalten; zu dem Zwecke sind der Maschine eine Anzahl kleinerer Räder mit gleicher Theilung und Bohrung beigegeben, aber mit verschiedenen Zahnzahlen. Die nothwendige Combination mit Hinblick auf eine bestimmte Zahnzahl kann man aus einer Tabelle ersehen, die gleichfalls der Maschine beigegeben zu werden pflegt.

Einem geschickten Ingenieur bietet sich hierbei Gelegenheit, durch Einschalten von verschiedenen Stücken die Maschine in eine sehr veränderliche Vorrichtung zu verwandeln, welche zu vielerlei Dingen gebraucht werden kann. Auch durch Verbindung der die Horizontalverschiebung des Rahmens bewirkenden Schraubenspindel mit der Handspindel der drehenden Bewegungsmechanismen kann man den Gang des Modells in einen nicht kreisförmigen verwandeln. Man kann Spiralen der verschiedenartigsten Beschaffenheit, Ellipsen u. s. w. drehen; es kommt lediglich auf das Verhältniss des horizontalen Weges zum peripherischen des Modells an, und dieses lässt sich durch Rädercombinationen zwischen den beiden Spindeln beliebig variiren.

Die Magdeburgische Actiengesellschaft für Dampfschifffahrt und Maschinenbau liess die Scott'schen Maschinen schon seit langer Zeit arbeiten, um die für die Ketten- und Seilschleppschiffe nothwendigen Getriebe herzustellen.

Der damalige Leiter der Giesserei benutzte die Maschine in der ausgedehntesten Weise, um die verschiedensten Aufgaben zu lösen und an Modellen zu sparen.

Die Formereiarbeit selbst mit der Scott'schen wie auch mit anderen Maschinen zerfällt in zwei Theile, in die Herstellung der Rand- und in die der eigentlichen zweitheiligen Form, von der die eine Hälfte in der Sohle des Arbeitsraumes, die andere in einem Kasten hergestellt wird.

Die Kerne können mit Hülfe eines Armmodells mit der Maschine selbst auf Sandunterlagen angefertigt werden und müssen später genau abgerichtet und beputzt werden.

Zweckmässig erschien es früher, unter Umständen die Armmodelle aus Lehm zu machen, sie in die mit der Maschine ausgedrehte Kernform zu legen und dann die Kerne, mit Kerneisen versehen, dazwischen zu stampfen.

In welcher Weise man die Maschine zum Formen der Haupttheile der Form benutzt, geht aus dem Folgenden hervor. Zunächst wird auf der massiven Spindel der Maschine (Hülse und frame sind abgenommen) ein Spannring in der erforderlichen Höhe befestigt; darauf gleitet der Schablonenring mit dem Halter, in welchem die Schablone steckt. Es wird auf der Sohle der Hütte, d. h. in beliebiger Höhe darüber, eine Fläche abgedreht, welche den oberen Flächen der Nabe, der Radarme und des Kranzes entspricht. Nachdem die Schablone und ihr Zubehör abgenommen ist, die Fläche mit Staub bestreut wurde, setzt man den Oberkasten darauf und markirt ihn gleich mit tief in den Sand der Sohle zu treibenden, eventuell schon vorher angebrachten eisernen Winkeln zum sicheren Einstellen, legt den Einguss an die Nabe, umgiebt die Spindel mit einer losen eisernen Hülse, die mit dem Formkasten durch Streben verbunden wird, und stampft den Kasten voll, streicht ab, macht den Eingusstrichter, zieht das Eingussmodell aus und hebt den Kasten ab. In die Hülse steckt man eine Kreuzbüchse und putzt mit einer kleinen Schablone die Oberfläche des Kastens aus. Auch dreht man häufig im festgestampften Inhalt des Oberkastens erst jetzt die rechte Fläche.

Nachdem dieses geschehen, dreht man ganz in ähnlicher Weise, wie eben geschildert, die Unterfläche des Rades in den Boden hinein, und so, dass die ganze Zahnhöhe in denselben kommt; mit dem obern Rande der Zähne fällt die Trennungsfläche beider Kasten zusammen.

Sobald dieses vollendet ist, setzt man die hohle Spindel und den Rahmen auf, stellt das Zahnmodell ein, lässt es bis auf den Boden der Form herunter, arretirt, stampft, hebt, rückt weiter, senkt, arretirt und stampft wieder. In den meisten Fällen wird ein Zahnintervall geformt, also zwei gegenüber liegende Zahnflächen und die Innenfläche des Intervalls. Dadurch schliesst man die Arbeit von dem bereits vollendeten Theil der Form ab und verhütet das Eindrücken. Auch arbeitet man, wie Fig. 4 zeigt, oftmals mit zwei Zähnen und einem Intervall. Es ist nicht von Wichtigkeit, auf der einen oder anderen Einrichtung zu bestehen; beide haben Berechtigung.

Sobald der Umkreis vollendet ist, hebt man die Maschine wieder von der Spindel ab, zieht diese aus dem gusseisernen Ständer und füllt das im Sande dadurch gebildete Loch wieder aus (nachdem man den übergreifenden Verschluss auf den Ständer gesetzt hat). Unterdessen sind die Kerne fertig geworden, werden eingepasst, nachgebessert, eingesetzt; der Oberkasten erhält seinen Platz und die Form ist nach erforderlicher Belastung giessbereit.

Die Leistung war gleich Anfangs derart, dass ungefähr ein Mann im Stande schien, ein Rad von 36—60 grossen Zähnen, wie sie die Schnelldampfer des Tauereibetriebes brauchen, in zwei Tagen voll-

kommen fertig zu stellen, und von einer Sauberkeit, die mit einem Holzmodell nicht erreichbar war.

Für kleinere Räder hat man die Jackson'sche Idee benutzt und dreht den Kasten auf einem Tisch unter dem nur nach einer Richtung horizontal verschiebbaren frame. In diesem Falle ist die Maschine nicht mehr der einheitliche Apparat, den Scott zuerst zusammengestellt, und es sind zwei Gruppen von Bewegungsgliedern: der Tisch mit Schnecke u. s. w. und der hin und her zu schiebende Rahmen.

Die Scott'sche Maschine wie die meisten Räderformmaschinen ist überhaupt einer ganzen Reihe von Anwendungen fähig und erspart ein colossales Modellinventar. Zu ihrer dauernden Einführung gehört aber ein leicht bearbeitbarer Sand und eine intelligente Leitung der Giesserei, sowie die Ausbildung des Rädergusses zu einer Specialität.[1])

Mit wachsender Verbreitung der Räderformmaschinen ist an deren Einrichtung und Ausstattung mancherlei geändert worden, weil die vermehrten Erfahrungen und die wiederholte Benutzung auf allerhand kleine Verbesserungen hinwiesen, obschon das Princip im Wesentlichen unangetastet blieb.

Zunächst war man bemüht, den Schutz der empfindlicheren Theile des Mechanismus, Schrauben, Schraubenräder, Getriebeübersetzungen u. s. w. gegen Staub und Formsand thunlichst zu sichern, und kapselte alles so viel als möglich ein.

Die auf Taf. XVII dargestellte Formmaschine von Otto Gruson in Buckau-Magdeburg für Räder von 1300 — 1800 mm Durchmesser und bis 70 mm Theilung zeigt deutlich die Anordnung dieser Umhüllungen, welche theils (nur um das grosse Schneckenrad) aus gusseisernen Gehäusen bestehen, theils abnehmbare Blechkappen sind, wie solche für das kleine Schneckenrad zum Heben des Modellstücks und für die lang durch die Rahmen gehende Schraubenspindel zum genaueren Einstellen des Durchmessers des zu formenden Rades eingerichtet sich finden.

Dieselbe Tafel zeigt auch in Fig. 6—7 die Einrichtung zum Formen von Winkelrädern, deren Modellstück vor dem Anheben des vertikalen Prismas um ein Geringes horizontal verschoben werden kann.

Eine ähnliche Einrichtung haben natürlich auch die Formmaschinen für Getriebe mit Winkelzähnen, wie sie bei kräftigen Transmissionen für Walzwerksbetriebe jetzt so viel vorkommen.

Das Zahnmodell muss auch hier aus der Form horizontal und im Sinne des Radius (des Rades) entfernt werden, ehe an eine Hebung

1) Zwei dieser Bedingungen, die der Verfasser schon früher hervorheben musste, gelten überhaupt für die maschinelle Vervollkommnung der Giesserei- und Formereiprocesse.

a) So lange man einem Formmaterial nichts zumuthen kann, so lange es ungleich, schwankend in der Qualität ausfällt, so lange ist an keinen dauernden Erfolg der Maschinenformerei zu denken.

b) Dann gehört dazu die Nothwendigkeit, grosse Mengen von gleichen Dingen herzustellen oder kostbare Arbeiten, wie Modellanfertigungen u. s. w., zu ersparen.

der Prismaführung gedacht werden kann. Die sonstigen Einzelheiten der vorzüglich arbeitenden Maschinen sind leicht verständlich.[1])

Wie schon Jackson in Vorschlag gebracht hat (S. 343), aber vermuthlich Mangels geeigneter Standhaftigkeit des Drehtisches ohne Erfolg, kam man bei zunehmender Ausdehnung oder Verbreitung maschineller Räderformerei ganz von selbst dazu, für solche Abmessungen, bei denen das Anbringen der centralen Spindel innerhalb der Form selbst sich verbot (also bei allen Räderformen unterhalb eines gewissen Durchmessers), die Aufhängung des Rahmens (frame) ausserhalb des Formkastens zu legen.

Die zunächst sich bietende Lösung ist in Taf. XIV verdeutlicht, welche eine Maschine zur Herstellung von Rädern bis zu 4,000 m Durchmesser darstellt.

Das Gerüst der Maschine ist ein mit starken Querverbindungen verstrebtes kräftiges Bett von nahezu 3,5 m Länge und 1,5 m Breite, auf dessen Wangflächen eine an den Rändern übergreifende viereckige Auflageplatte mittelst einer im Gerüst festgelagerten Schraubenspindel sich verschieben lässt.

Diese Auflageplatte trägt auf Kugeln (in Fig. 5 punktirt angedeutet) den Drehtisch von 2 m Durchmesser mit centralem Lager, in welches wiederum besondere, den Vorarbeiten entsprechende Schablonenachsen eingesteckt werden können.

Die Drehung des Tisches erfolgt durch eine Schnecke auf durchgehender Achse, welche in die am Rande eines von der eigentlichen Tischplatte abtrennbaren Untersatzes angebrachten Verzahnungen eingreift. Auf diesem Untersatze können selbstverständlich verschiedene Tischplatten befestigt werden, welche eine dem Getriebedurchmesser entsprechende Grösse haben müssen.

Ob diese den drehbaren Untersatz weit überragenden Platten beim Einformen grosser Räder noch eine ruhige Unterlage bieten, ist von der Construction abhängig.

Eine jede Federung muss natürlich vermieden werden, wie sie anscheinend bei der Jackson'schen Maschine bestanden zu haben scheint.

Auf einem seitlichen Fortsatze des Fundamentrahmens steht nun festgeschraubt die den Modellträger haltende Säule. Dieselbe und der ebenfalls feste Arm sind zum Drehtisch so angeordnet, dass das Mittel des Schiebestücks mit dem Modell über der Mittellinie des Bettes, die ja auch durch den Mittelpunkt des Drehtisches geht, sich befindet.

Um Räder von 4 m Theilkreisdurchmesser zu formen, musste die Auflageplatte oder der Drehtisch noch um etwa 320 mm von der Säule fortgeschoben werden (also in der Grundrissfigur 5 nach oben hin), doch dürfte dies nur ein Ausnahmefall sein und die Stellung, wie sie in der Zeichnung festgehalten ist, bereits einem Durchmessermaximum entsprechen (etwa 3,65 m).

Die Drehung des Tisches erfolgt mittelst Stellrad und Einrückvorrichtung von der Schmalseite des Ganzen an der Säule aus statt

1) Die Firma Otto Gruson & Co. baut diese und andere Formmaschinen selbst und wird jedenfalls bezüglich der Leistungsfähigkeit jede gewünschte Auskunft ertheilen können.

mittelst einer doppelten, an der entgegengesetzten Schmalseite befindlichen Zahnradübersetzung.

Die Einzelheiten des Bewegungsorganismus für das vertikale Schiebestück sind denen der Scott'schen Maschinen wesentlich entsprechend und besonders in Fig. 1 und 2, dann im Grundriss Fig. 5 leicht zu erkennen.

Das verschiebbare Stück ist wesentlich cylindrisch, und die Bewegung erfolgt im Innern des Auslegers (Fig. 2) durch Getriebeeingriff auf die Zahnstange.

Das vordere Auslegerende trägt einen Fortsatz, dessen beide Hälften durch eine Schraube etwas angezogen werden können, um die Führung des Modellträgers nachstellen zu können.

Diese Maschine ist von der Firma Ernst Schiess in Düsseldorf, welche die Blauskizzen gütigst zur Verfügung stellte, erbaut und werden dortselbst nähere Angaben gemacht werden.

Ganz anders hat O. Gruson die Maschine mit Drehtisch angeordnet, wie Taf. XVI angiebt, welche für Räder von 600—1200 mm Durchmesser bestimmt ist.

Auf einem kräftigen Bett befindet sich festgelagert und bequem drehbar der 1,5 m im Durchmesser grosse Drehtisch, unterhalb mit hervorspringender Schneckenverzahnung versehen und oberhalb mit Büchse zum Einstecken der Schablonenachsen zum Verdrehen der Kasten.

Am Ende des Bettes befindet sich ein rahmenartiger Ständer, ähnlich einem Walzenständer, aus zwei senkrechten und einem Verbindungsstück bestehend.

Zwischen denselben gleitet eine Führung, welche den Ausleger trägt, auf und nieder und kann durch eine Stellschraube, welche mit conischer Getriebeübersetzung bewegt wird, höher oder niedriger eingestellt werden. (Siehe Schnitt *A* und *B*, Fig. 4.)

Der prismatische Ausleger gleitet seinerseits in dem oberen Theil der ebengenannten Führung hin und her, bewegt durch eine vollständig verhüllte Schraubenvorrichtung im Innern des unten offenen Auslegers, welche von dem in Fig. 2 rechts, in Fig. 3 unten befindlichen der beiden Stellräder am Auslegerende bewegt wird. Die Achse desselben trägt, wie aus den Fig. 1 und 3 leicht zu erkennen ist, eine Kettenrolle, welche mit einer auf der Schraubenachse (in Fig. 3 punktirt gezeichnet) besetzten zweiten Rolle arbeitet und die vorn und hinten in Büchsen gelagerte, durch den ganzen Ausleger hindurchgehende Schraubenspindel dreht, deren Ende (Fig. 1 und 3 rechts) aus jenem heraustritt.

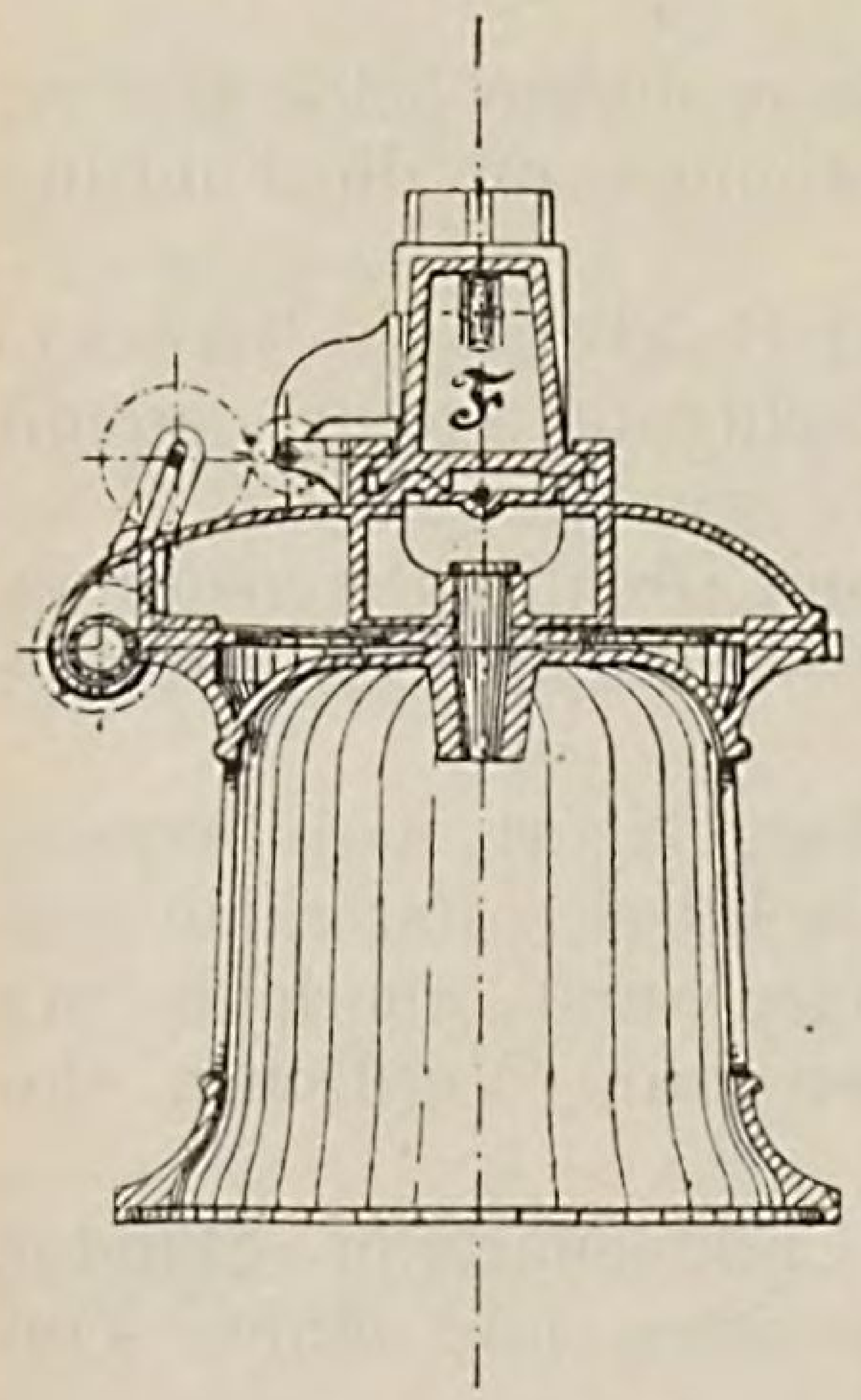
Die Hebung und Senkung des prismatischen Modellträgers erfolgt durch das linke der beiden vorn am Auslegerende angeordneten Stellräder, welches mittelst einer Schneckenübersetzung die Achse eines Kettenrades bewegt, dessen Lage aus Fig. 1 und 3 leicht erkannt werden kann.

Die Drehung des Tisches ihrerseits geschieht mittelst des Stellrades oder der in besonderer Prismenführung genau einstellbaren Räderübersetzung, welche links unten auf Taf. XVI gezeichnet und mit einer das gleich weite Vorrücken sichernden Stellvorrichtung versehen ist.

Eine eigenthümliche Lagerung oder Befestigung der transportablen Räderformmaschine in der Einzelform haben sich Briegleb, Hansen & Co. in Gotha durch das Deutsche Reichspatent Nr. 28951 schützen lassen, das am 18. September 1884 ausgegeben worden ist.

Für sehr grosse Raddurchmesser sind die beweglichen, d. h. versetzbaren Spindelmaschinen des Scott'schen Systems (Taf. XV) oder der Gruson'schen neuen Bauart (Taf. XVII) nicht mehr fest genug, da die grosse Ausladung sowohl als die Spindelfundirung dem im Wege stehen.

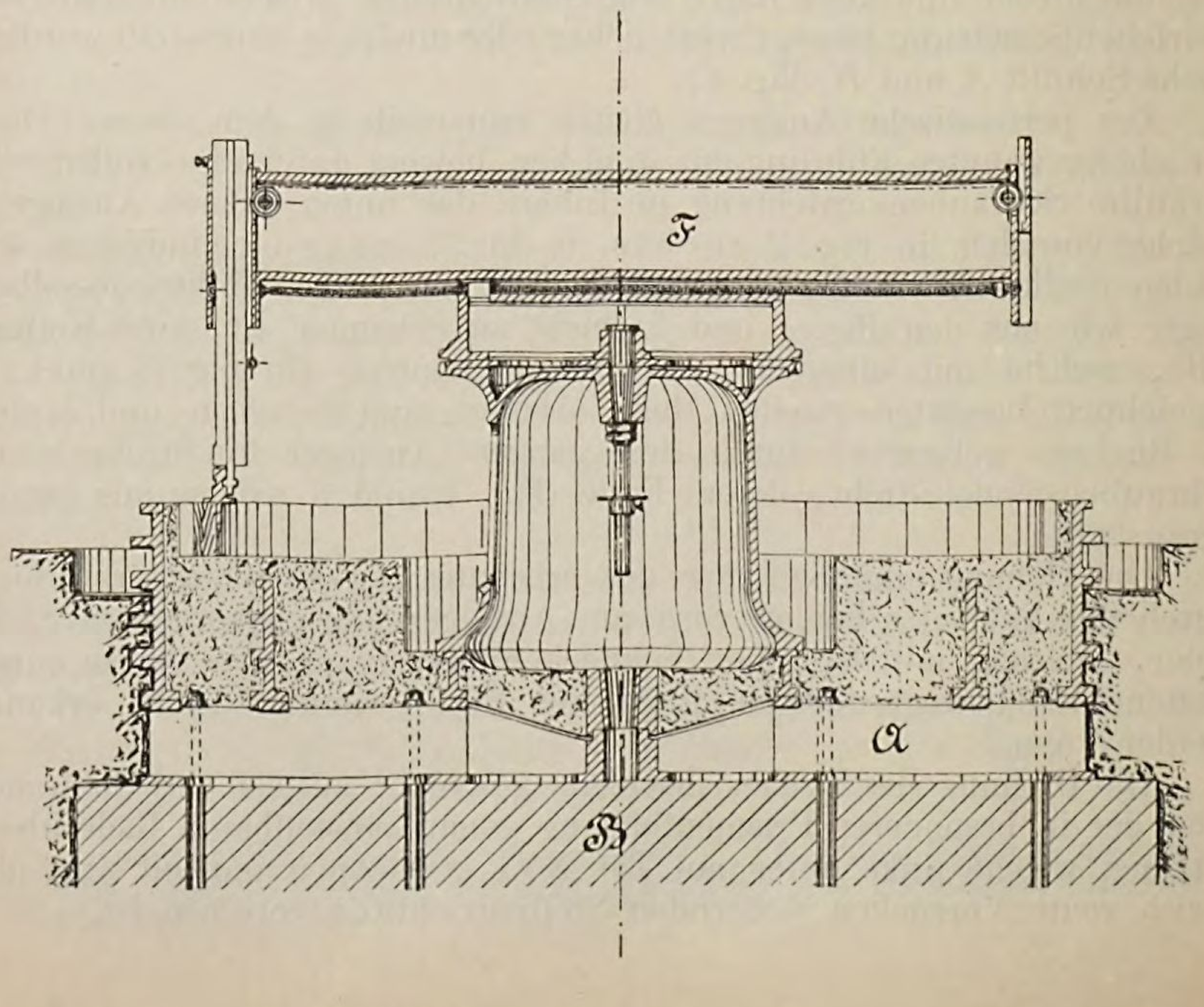
Fig. 162a.



Bei den Formmaschinen, wie sie Schiess (Taf. XIV) und Gruson (Taf. XVI) construirt haben, und welche feststehen, also nicht weggenommen werden können, wenn der Formereiprocess beendet ist, müssen die vollgestampften Formkasten wandern, und ist dies nicht allein eine beschwerliche, sondern auch für die Erhaltung der Form selbst gefährliche Handhabung.

Dem abzuhelfen, haben nun Briegleb, Hansen & Co. die in den Darstellungen der Fig. 162 a und b verdeutlichte bewegliche Construction erfunden, welche sich allerdings nur für grosse und schwere Räder eignet, dafür aber auch alle Garantien der Stabilität neben vollkommener Beweglichkeit bieten dürfte.

Fig. 162b.



An der Stelle der Hütte, wo diese Formerei vor sich gehen soll, ist auf einem ausreichend starken Mauerfundament *B* eine mit sternförmig angeordneten Rippen versehene Bodenplatte *A* fest verankert und trägt die in der Zeichnung leicht erkennbaren, aus einzelnen Theilen sich aufeinandersetzenden ebenfalls verrippten Formkasten, von welchen die äussersten fast immer stehen bleiben können, während der zwischen den letzteren oder dem Mitteltheil befindliche mindestens zum Theil herausgenommen werden muss, wenn Räder von grösserem Durchmesser geformt werden sollen.

Ueber dem Mitteltheil der Bodenplatte wird nun der Ständer der Formmaschine in der Fig. 162b gekennzeichneten Weise befestigt.

Auf der oberen glatt bearbeiteten Fläche desselben dreht sich um einen conisch gelagerten Zapfen der Kopf des Ständers, auf dem der Λ-förmige Ausleger mit dem Modellhalter verschiebbar ist.

Die Drehung erfolgt durch eine Schnecke und die vertikale oder Längsbewegung des Auslegers durch eine Schraube, deren Mutter am Kopfe des Ständers besetzt ist. Der Antrieb geschieht von der Seite des Modellhalters (vergl. Fig. 162a).

Der Patentanspruch lautet:

1. Die Combination des Fundaments *B* oder der mit diesem unmittelbar verbundenen Grundplatte *A* mit dem vollständigen Formkasten und der Räderformmaschine *F*.

2. Die Befestigung der transportablen Räderformmaschine *F* im Innern des Formkastens mit demselben oder mit der Fundamentirung *A* (beziehungsweise *B*) durch Flanschenverbindung.

Eine etwas andere Combination zur Verstellung der Theilung u. s. w. giebt die durch Patent 71 833 vom 29. April 1893 geschützte Zahnräderformmaschine von W. Abel in Trier.

Die Vorrichtung, in ähnlicher Weise fundirt wie die bisher betrachteten Maschinen (die feste Achse steckt mit einem Vierkant in einer mit Rippen versehenen Fussplattenbüchse, die ihrerseits auf einem Fundamentstein oder -block verschraubt ist), hat ebenfalls einen Rahmenarm oder frame, hier Schablonirarm genannt, der sich mit seiner Nabe um eine Büchse, die in jeder erforderlichen Stellung auf die Achse gebracht und noch durch einen Stellring gesichert werden kann.

Das das Modell tragende Gleitstück wird radial durch eine Schraubenspindel verstellt, die sich in einem am Ersteren befestigten Führungsstück dreht und mit dem abgesetzten Ende in dem Spurlager an der Achse leer läuft.

Das Drehen geschieht mittelst einer am Vorderende angebrachten Spindel, was insofern nicht bequem ist, als bei geringerem Raddurchmesser der Former bis dahin zurückgreifen muss, während sein Hauptaugenmerk doch auf das Gleitstück gerichtet sein sollte.

Die Hebung und Senkung des Modellstückes erfolgt wie immer mittelst Zahnrädchens oder Zahnstange.

Das Eigenthümliche des Apparates besteht nun darin, dass auf der Nabe des Schablonirarmes ein conisches Rad, durch verschiedene Mittel verstellbar, befestigt ist.

Auf diesem Rade greift ein zweites, darüber horizontal gelagertes Rad ein, welches in dem Unterende einer segmentartigen Platte eingelassen ist, die ihrerseits mit Stellschrauben auf der festen Achse der Maschine rückseitig, fest, doch abnehmbar verbunden ist.

Diese Platte, Stellplatte oder Eintheilungsscheibe genannt, trägt nahe dem oberen Rande einen peripherischen Schlitz, in welchem Anschlag- oder Hemmstücke verstellt werden können, die einen Zeiger hemmen, welcher durch Stirnradverzahnung mit der ebenso verzahnten Oberhälfte des horizontal gelagerten Getriebes sich bewegt, sobald die Nabe des Schablonirarmes sich bewegt.

Durch eine sinnreiche Combination von Verstellungen von Schiebstücken, die sich in durch beigegebene Zahlen genau nach Radius und Theilung bestimmte verschiedene Löcher der Eintheilungsscheibe einstecken, beziehungsweise führen lassen, wird jede Verrückung oder Drehung des Schablonirarmes von vornherein genau bestimmt.

Der Patentanspruch schliesst die Theillochscheibe mit verstellbaren Anschlägen, den mit Läutewerk versehenen Repetirzeiger und die Bewegungsorgane des Letzteren ein.

Die angeführten Beispiele genügen, um die weitere Entwicklung der Räderformerei mit Theilstückmodellen zu kennzeichnen, soweit nach dem Princip von Scott gearbeitet wird.

Der Betrieb darin ist wohl als freigegeben anzusehen, da die meisten Patente erloschen sind und die noch aufrecht erhaltenen sich in ihren Ansprüchen vorwiegend nur auf Nebentheile beziehen können.

Am nächsten kommen den geschilderten Methoden noch die speciell für Riemenscheiben, aber auch für andere Räderformen, Ringe u. s. w. in Vorschlag gebrachten Schablonirmethoden von verschiedenen Erfindern.

Abgesehen von den auf alle möglichen, durch Rotiren von Schablonen unter ausgiebiger Anwendung von Kernbüchsen u. s. w. herstellbaren Gegenstände anwendbaren Schablonenformmethoden, von welchen später die Rede sein wird, soll hier nur auf ein durch Patent geschütztes Verfahren noch zurückgekommen werden, das allerdings wesentlich Riemenscheiben als Darstellungsobject hat, doch, wie schon angedeutet und in solchen Fällen gebräuchlich, auf alle möglichen anderen Rotationskörper anwendbar sein soll.

Als eine Formmaschine zum Herstellen von Riemenscheiben, Rädern, Ringen und dergleichen hat sich nämlich G. P. Schmidt in Meerane (Sachsen) am 27. März 1892 die nachstehend beschriebene Vorrichtung patentiren lassen (ausgegeben am 15. November 1892).

Der Formkasten befindet sich auf einem Formtisch, dessen mittlerer Theil kreisrund und drehbar ist und ein in einem radialen Schlitz verstellbares Messer trägt, welches in den mit Sand vollgestampften Kasten den Kranz der Riemenscheibe einschneidet und nach erforderlicher Glättung u. s. w. herausgenommen werden kann. Ein halbes Armkreuzmodell nebst Nabe wird auf der drehbaren Platte lose befestigt, so dass es sich nicht mitdrehen kann, und wird beim Aufstampfen mit abgeformt, so dass zwei in gleicher Weise behandelte Formkasten der Art eine vollkommene Riemenscheibenform geben, wenn sich überhaupt eine glatte Fläche durch ein solches Schneid- oder Schabverfahren herstellen lässt.

Die drehbare Tafel umschliesst mittelst stopfbüchsenartiger Hülse eine feste Achse oder Stempel und trägt am Unterende ein Getriebe, in welches eine Schnecke, die mit Handkurbel gedreht wird, eingreift. Der Formkastenselbst ruht auf dem nicht drehbaren Tischrande und ist dort durch Schraubenbolzen mit Flügelmuttern gut befestigt.

Das Messer kann natürlich auch soweit anders profilirt sein, als sich dasselbe ohne Beschädigung der Form aus Letzterer herausziehen lässt.

Der Patentanspruch selbst lautet:

Eine Maschine zum Formen von Riemenscheiben, Rädern, Ringen von beliebigen Abmessungen, bei welcher vermittelst eines rotirenden, in horizontaler oder vertikaler Richtung verstellbaren profilirten Messers die Form des Rotationskörpers in den Formsand eingeschnitten wird.

Von den sonstigen Formmaschinen neuerer und neuester Construction, die sich auf Räderformerei beziehen, gehören viele, wenn nicht die meisten, zu den Vorrichtungen, mit welchen man noch andere Gegenstände einformen könnte. Sie lehnen sich theils an das Howard'sche (wie Fig. 147, S. 320), theils an das Jobson'sche Princip an und können eigentlich nicht als Räderformmaschinen im Sinne der eben besprochenen gelten, weil sie vollkommen bearbeitete Modelle verlangen.

Auf Taf. XVIII ist z. B. eine ältere, sehr sorgfältig, vielleicht zu verwickelt gebaute Maschine für Doppelräder wiedergegeben, deren Einrichtung leicht verständlich ist.

Der Untersatz *A* der Modellplatte *C* mit Sandrand *B* ruht auf einem hohlen Ständer *E*, welcher eine breite Sohlplatte hat.

In diesem hohlen Ständer bewegt sich, oben und unten geführt, ein kolbenartiger Stock oder Säule *F*, Fig. 8, 11, in deren Inneren die Zug- und Druckstangen *K* sich befinden und oben mit dem cylindrischen Modellhalter *G* verbunden sind.

Auf diesem cylindrischen Halter sitzt das obere Zahnradmodell *O*, dessen Verzahnung in dem Grundriss Fig. 13 deutlich erkennbar ist. Es gleitet innerhalb der dunkler schraffirten Hülse aus Composition oder sonst einer nicht reibenden Legirung, welche Hülse *N*, Fig. 10, wieder einen Theil des Modells vom grösseren Zahnrad *D*, Fig. 10, 11 u. 13, bildet und mit demselben in fester Verbindung sich befindet. Dieses grössere Zahnradmodell ist auf einem mit Sandfangplatte versehenen Kopfstück *L*, Fig. 11, des vorerwähnten Kolbens *F* durch Schrauben mit versenkten Köpfen befestigt und kann durch ein anderes Modell ersetzt werden. Auch der aus nicht reibendem Material hergestellte Matrizenring der Modellplatte, Fig. 9 u. 11, kann leicht ausgewechselt werden.

Das Formen des Unterkastens, in welchen das Doppelrad fast vollständig zu liegen kommt, ist nach Fig. 10 u. 11 leicht verständlich. Durch Bewegung des Gewichtshebels *H* (Fig. 2 u. 8) nach rechts, wobei die in Fig. 8 (untere Figur) erkennbaren Stellschrauben R_1 R_1 zur Begrenzung des Kurbelausschlags benutzt werden müssen, werden beide gegen einander und gegen den grösseren Matrizenring verschiebbaren Modelle richtig eingestellt, wie in Fig. 10 u. 11 gezeichnet. Der Formkasten wird dann aufgesetzt, vollgestampft und abgestrichen, was von Hand geschieht.

Dann wird durch den Gewichtshebel, der nun nach links bewegt wird, zuerst das Modell des Zahnkranzes *O* durch *N* hindurchgezogen.

Das Modell des grösseren Rades bleibt hierbei einstweilen ruhig in der Form und wird erst berührt, wenn der vorspringende Rand *Q* des Körpers *G* auf die nach innen vorspringende Rippe *b* des Hohlkörpers *F*, Fig. 10 u. 11, trifft und diese und damit auch das auf dem Kopfe *L* sitzende Modell so weit senkt, als es die Bewegungsbegrenzung durch die vorhin erwähnten Stellschrauben R_1 R_1 gestattet.

Nunmehr wird der Formkasten abgehoben, gewendet und hingestellt.

Der Oberkasten wird, wie in Fig. 3 u. 5 ersichtlich, auf einer besonderen Formplatte hergestellt, in welcher das halbe Armkreuz nebst Kernverschluss vertieft eingelegt ist und der Einguss sich einstecken lässt, der auf den Kern auftrifft (?!).

Die vollständig zusammengestellte Form ist im Durchschnitt aus Fig. 4 zu erkennen, aus welcher auch die Befestigungseinrichtungen der Kasten (bei *N* und *T*) erhellen.

Nach demselben Princip, also auch mit genau passenden Modellen, welche durch eine sehr genau gearbeitete durchbrochene Formplatte gezogen werden, arbeitet die auf Taf. XIII dargestellte Granatenkernformmaschine, welche von E. Schiess in Düsseldorf für verschiedene Geschossfabriken geliefert worden ist. Es handelt sich hierbei um die Massenherstellung möglichst genau geformter, scheibenförmiger oder gezahnter Sprengstücke, die auf einander und um die Sprengladung herum in den Hohlraum eines Geschosses eingeschichtet werden und im gegebenen Zeitpunkte eine grosse Anzahl eckiger Bruchstücke geben sollen.

Man gab den Stücken deshalb die Form von Zahnrädern mit dünnem Kranze, so dass bei der geringsten Schlag- oder Stosswirkung ein Zerspringen in so viel Stücke eintreten musste, als Zähne vorhanden waren.

Es ist dies allerdings nicht die einzige Form, welche die Ernstfeuerwerkerei diesen Geschosstheilen, sowie manchen ganzen Geschossen gegeben hat, um eine entsprechende Wirkung zu sichern, doch haben andere Vorschläge, z. B. die durch Umguss bewirkte Herstellung von Umhüllungskörpern mit Höckern und Vorsprüngen, grosse Schwierigkeiten hervorgerufen, da die Schwindungsvorgänge hierbei nothgedrungen Veranlassung zu Unregelmässigkeiten geben mussten.

Die Darstellungen auf Tafel XIII erläutern sich selbst. Die durchbrochene Form- oder Modellplatte bildet den obersten Abschluss eines kastenartigen Apparates, der auf einer Säule mit breitem Fusse sich fest aufgeschraubt befindet. Die Säule bildet gleichzeitig die Führungsbüchse für den kolbenartigen Stamm, die die Modelle tragende Vorrichtung.

Sie besteht ihrerseits aus einer durchbrochenen Platte, auf welcher die in Metall hergestellten verzahnten Modellkörper in Kreise geordnet befestigt sind. Sie bilden hohle Kränze und werden innen durch kleine kolbenartige Kerne geführt, die auf der Bodenplatte des Formplattenkastens fest eingelassen sind.

Das Heben und Niederziehen der Modelle erfolgt durch einen mit Gegengewicht arbeitenden Hebel, der in einem Schlitz der Säule sich bewegt und in einen Ausschnitt an der Unterfläche des Kolbens eingreift.

Der Formkasten setzt sich mit einem Absatz genau auf den Rand der Modellplatte auf und wird abgenommen, sobald nach geschehenem Einstampfen die Modellstücke zurückgezogen sind.

Es werden acht Modelle gleichzeitig abgeformt und die Vorrichtung functionirt mit der grössten Genauigkeit.

Ehe zu Weiterem übergegangen wird, soll noch einer ebenfalls auf Räderguss sich beziehenden eigenthümlichen Vorrichtung gedacht werden, welche George Henry Denison und William Ward-Leeds durch das D. R. P. Nr. 42234 vom 20. März 1887 geschützt worden ist.

Es betrifft die Herstellung von Spurrädern und Scheiben, welche mit den Achsen aus einem Stück, d. h. verbunden gegossen werden sollen, und wurde am 28. Januar 1888 ausgegeben.

Die Vorrichtung ist als Trägerin einer Combination von einer Umgussmethode mit einer Formmethode anzusehen und ist in den nachstehenden Figuren 163 u. 164 (linke Figur Vorderansicht, rechte Figur Seitenansicht) gekennzeichnet.

Fig. 163.

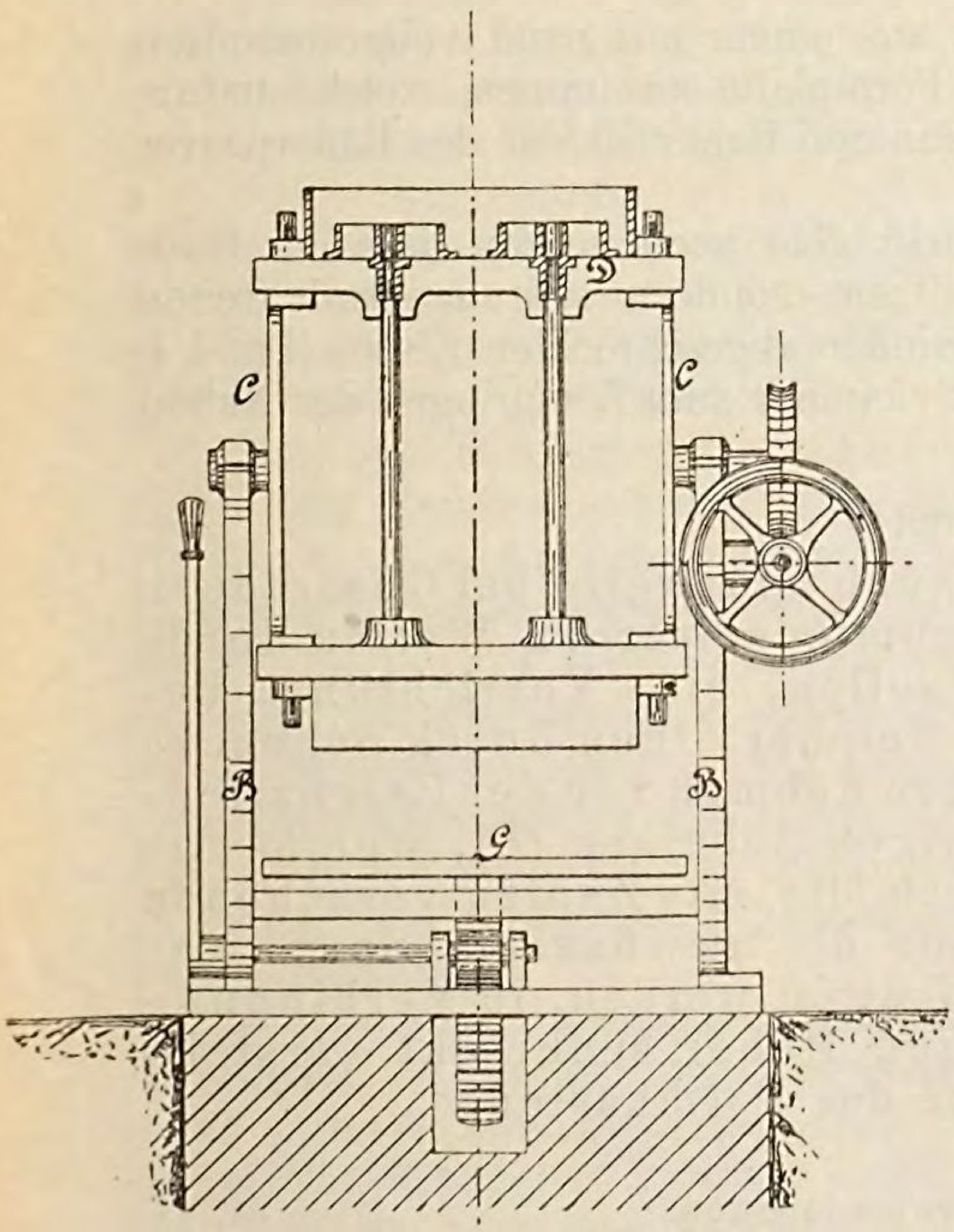
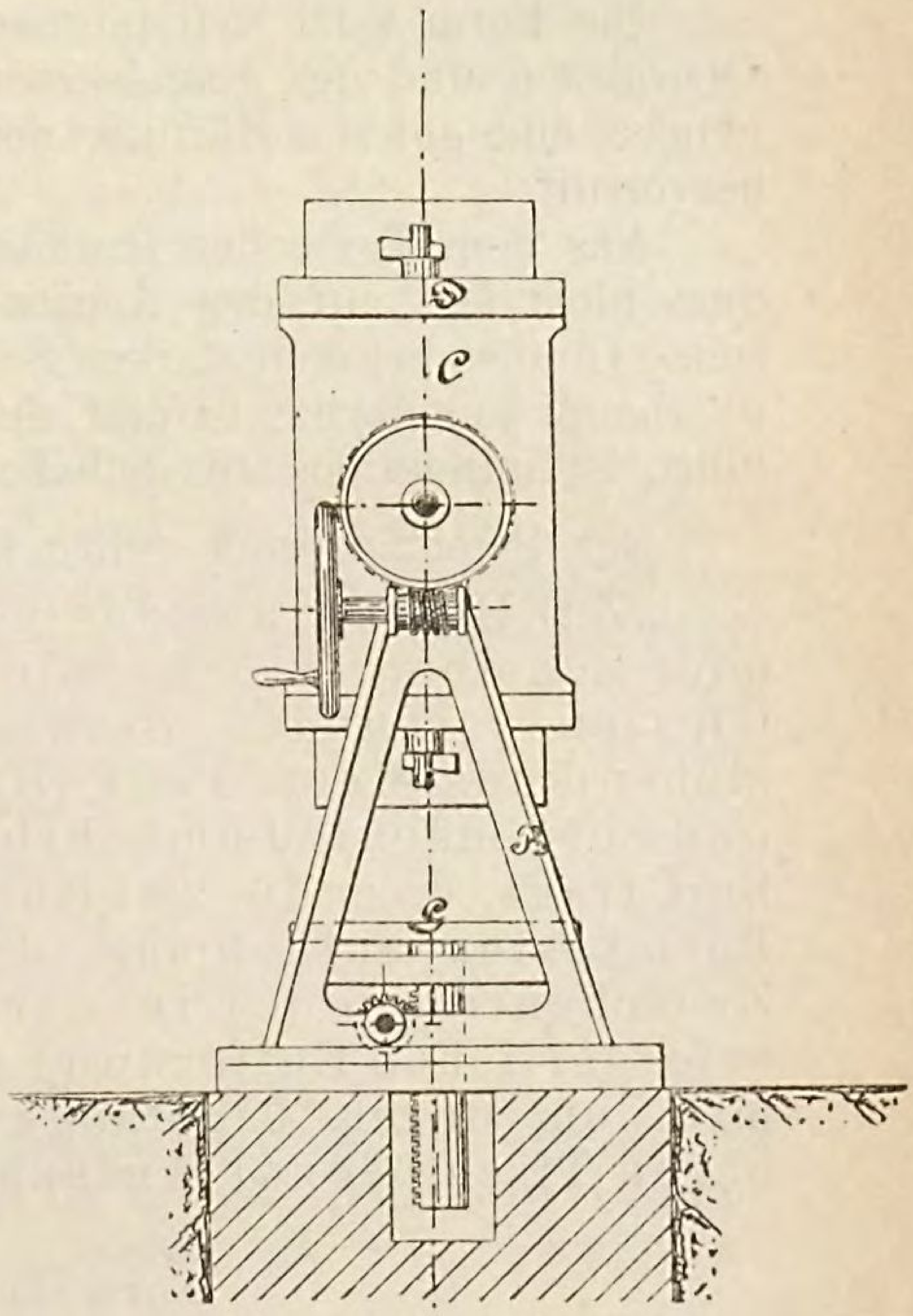


Fig. 164.



Zwei auf einer gehörig fundirten Platte befestigte Ständer *B*, *B* tragen an ihren Oberenden Lager, in denen die Zapfen eines Gestelles *C C D* laufen, welches mittelst eines in den vorstehenden Figuren leicht kenntlichen Schneckenmechanismus mit Handkurbel gedreht werden kann.

Das Gestell besteht aus den beiden Platten *C*, welche an jedem Ende durch gut abgehobelte und glatte Gussplatten so verbunden sind, dass die Aussenflächen der Letzteren genau parallel liegen.

Durch diese beiden Platten werden die fertig zugerichteten Achsen so durchgesteckt, dass sie mit den einzugiessenden Enden über jene Flächen hinausragen, auf welche die die Räderform enthaltenden Formkasten direkt angeschlossen werden können. Die Letzteren werden, nachdem die Modelle auf die Achsenenden genau aufgesteckt sind, mit Sand vollgestampft, abgestrichen, sowie mit Einguss u. s. w. versehen; dann wendet oder schwenkt man das ganze bewegliche Gerüst um, so dass der eben geformte Kasten nach unten kommt und an der Form- und Giessplatte hängt. Ein mit Getriebe und Zahnstange bewegter Tisch *G* wird nur so weit gehoben, dass er den Formkasten berührt; die Keile in den Bolzen werden gelöst und der Tisch gesenkt, auf den sich der Formkasten nunmehr aufgesetzt hat, nachdem er sich von den Modellen abgestreift, die an der Platte *D* befestigt geblieben sind. Nach Entfernung derselben setzt man die geputzte und gestäubte Form wieder auf und giesst. In gleicher Weise wird mit der Form am anderen Achsenende verfahren.

Die Form setzt sich hiernach aus einem mit Sand vollgestampften Oberkasten und der gusseisernen Formplatte zusammen, welche naturgemäss eine gewisse Härtung der inneren Kranzflächen des Räderpaares hervorruft.

Aus dem Texte der Patentschrift geht noch hervor, dass der Radguss nicht fest auf den Achsen sitzen, sondern sich dauernd drehen soll. Ob dies bei dem starken Schwinden abgeschreckten Eisens (Band I) überhaupt ausführbar ist und nicht vielmehr zum Zerspringen der Naben führt, ist mindestens zweifelhaft.

Der Patentanspruch selbst lautet:

„Zur Herstellung der genauen Spurweite bei Gussrädern oder Scheiben, welche mit schmiedeeisernen Wellen durch Giessen verbunden werden sollen, eine Vorrichtung, bestehend aus einem Bock (*B*), welcher einen durch Schnecke und Schneckenrad umkehrbaren Rahmen von der Beschaffenheit trägt, dass die zweitheiligen Scheiben (*D*), welche die Formkasten aufnehmen, durch die mit Zapfen versehenen Zwischenträger (*C*) in der für die gewünschte Spurweite erforderlichen Entfernung gehalten werden, in Verbindung mit dem durch Zugstange und Hebel senkrecht verstellbaren Tisch (*G*) zur Aufnahme des Formkastens.“

Formplattenmaschinen.

Einen grossen Umschwung in der gesammten Maschinenformerei hat die Anwendung sogenannter Formplatten und die Einführung der Formplattenmaschinen hervorgebracht.

Dieselben scheinen zuerst bei der Herstellung von schmiedbarem Gusse in Nordamerika zur Anwendung gekommen zu sein und findet sich darüber eine Nachricht in einer kurzen Notiz von Wedding im Glückauf vom 13. Januar 1877, Nr. 2. Derselbe berichtet (offenbar

nach den Eindrücken seiner Reise 1876 zur Ausstellung in Philadelphia) über die Herstellung des schmiedbaren Gusses und giebt von dem Formverfahren, das er eigenthümlich nennt, nachstehende Schilderung:

„Die kleineren Modelle werden zuvörderst zweitheilig auf einer gemeinschaftlichen, meist gusseisernen Formplatte befestigt. Dies geschieht auf zwei Weisen. Entweder werden die beiden Hälften, nachdem ihre genaue Stellung durch Stifte beiderseits bezeichnet ist, an die Platte angenietet, angelöthet oder angeschraubt, oder sie werden angegossen. Zu letzterem Zwecke dient das Chamberlain'sche Verfahren, erfunden von Arthur Chamberlain und James Smith in Birmingham 1874 und patentirt am 2. Mai 1874. Specific. 1551.

„Der betreffende Gegenstand, z. B. eine Thürklinke, wird in gewöhnlicher Weise modellirt und in mehreren Exemplaren in Metall, z. B. Zink, abgegossen. Diese werden wieder auf gewöhnliche Weise in einem zweitheiligen Formkasten in Sand abgeformt und ausgehoben. Jetzt wird zwischen die beiden Kastenhälften ein Mittelkasten oder Rahmen eingeschoben (?) welcher, oben oder unten offen, die Form einer einfachen Platte oder Tafel darstellt.

„Giesst man nun das Ganze ab, so finden sich die Modellhälften auf den beiden Seiten einer sie verbindenden Formplatte reproducirt und liefern, nachdem, wenn nöthig, eine saubere Ciselur stattgefunden hat, das Modell für die eigentliche Formerei."

Diese Beschreibung ist so weit richtig, als es das Abformen der beiden Kastenhälften anlangt, dagegen nicht ganz vollständig, was den Mittelkasten oder Rahmen anlangt. Zunächst werden zur Herstellung der Formplatten Formkasten genommen, welche jederseits 180—200 mm grösser sind als die Fläche, welche die Modelle bedecken.

Man legt nun um diese Fläche herum auf den Unterkasten einen Holz- oder Metallrahmen von etwa 75—100 mm Dicke und 80—100 mm Breite, so dass ausserhalb desselben überall noch 75—100 mm Formkastenfläche heraussehen. Man schüttet nun auf Letztere gesiebten Sand, stampft ihn um den Rahmen herum fest und streicht ihn glatt ab mittelst eines auf der Rahmenfläche geführten Richtmaasses; ebenso macht man die Aussenkanten sauber, hebt dann das Rahmenmodell aus und setzt den Oberkasten wieder auf. Der eben hergestellte Sandrahmen bildet die Plattenform, und nach dem Abguss zeigen sich jederseits die einander genau entsprechenden Modellhälften aufgegossen.

Es giebt kein einfacheres und sichereres Verfahren, um vom verwickeltsten, in zweitheiligem Kasten überhaupt darstellbaren Gegenstande, z. B. den in den Figuren 170a—f der folgenden Seite 363 erkennbaren bügelförmigen Untersatz, eine beiderseits mit den betreffenden Modellhälften versehene Formplatte herzustellen.

Die theoretische Theilungsebene der Abgüsse kann also so verwickelt geformt und gekrümmt sein, wie sie will.

Die nach sorgfältigem Einformen und Ausheben des Urmodells bewirkte Hebung des Oberkastens um die Dicke der Sandleiste schafft mit mathematischer Sicherheit in jedem Element der Trennungsfläche beider Kasten ein Element der das Modell theilenden Formplatte.

Wenn der Former bei dieser ersten Nachbildung des Urmodells die Lage desselben richtig gewählt hat und sich jeder Punkt der beiden Modellseiten von den entsprechenden Formflächen gleichmässig leicht ablösen kann, sobald zum senkrechten Ausheben geschritten wird, löst sich die auf der hergestellten Modellplatte gefüllte und vollgestampfte Formhälfte ebenso glatt und ohne Störung ab, wenn sie in geeigneter Weise mechanisch davon entfernt wird.

Für die Verbreitung der Formplatten sind hauptsächlich George Woolnough und Fr. Dehne in Halberstadt sehr thätig gewesen, welchen auch durch eine Reihe von Patenten nicht die Formmaschine an sich, sondern wesentlich nur die als neues Formereiverfahren combinirte Herstellung und Anwendung der eigenthümlichen Formplatten in Verbindung mit einigen Neuerungen an Formtischen, später dann verschiedene Vereinfachungen an der Formplattenherstellung u. s. w. geschützt worden sind.

Die Ansprüche der Patentschriften, die gegebenen bildlichen Erläuterungen der Patentbeschreibungen gaben das Material zu den folgenden Einzelbeschreibungen und Darstellungen, aus denen das Wesen der Erfindung am deutlichsten erkannt werden kann, welche wie keine andere auf demselben Gebiete zur Popularisirung und Verbreitung der maschinellen Formerei beigetragen hat, obschon das Princip der Formplatte an sich, nur in anderer Ausführung, in der Jobson'schen Modellplatte bereits vorhanden war, wie schon am Fusse der Seite 324 in einer Anmerkung gesagt wird.

Das erste Patent, welches nunmehr die beiden Erfinder George Woolnough und Friedrich Dehne in Halberstadt erhielten, war das D. R. P. Nr. 1391, patentirt vom 3. Juli 1877 ab, mit der Aufschrift:

Neue Formmaschine und Verfahren zur Herstellung der auf dieser Maschine benutzten Modellplatten.

Der Patentanspruch lautete (unter speciellem Hinweis auf die Blatt II der Schrift gegebene, hier in Fig. 65 a u. b wiederholte Zeichnung des Formtisches):

„Das durch Zeichnung und Beschreibung erklärte neue Formverfahren, und zwar:

Die Herstellung und Anwendung der eigenthümlichen Formplatten *h* in Verbindung mit dem hierfür construirten Formtisch, unter Anwendung der Schraubenräder $c c^1$ und Spindeln $b b^1$ behufs Ausgleich der Abnutzung, im wesentlichen wie beschrieben."

Der Formtisch besteht, wie aus Fig. 165 hervorgeht, in der Hauptsache aus zwei hohen Säulen, die auf einem gusseisernen Bett angeschraubt sind und sich nach Bedarf einander näher oder ferner stellen lassen.

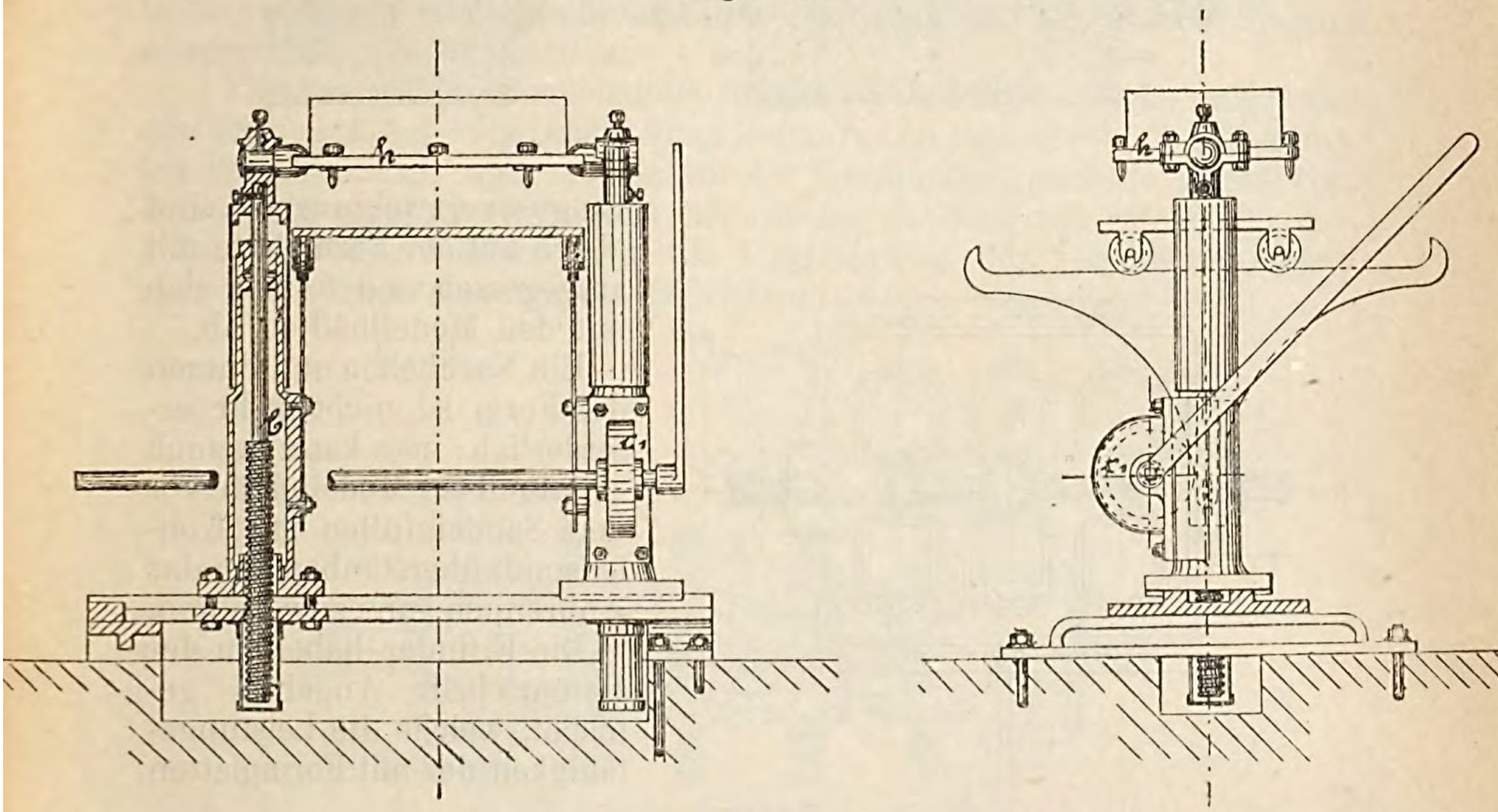
In diesen Säulen befinden sich zwei schmiedeeiserne Schraubenspindeln *b b*, welche durch zwei Schraubenräder *c c*, die auf einer mit einem Handhebel bewegbaren Welle sitzen, leicht auf und nieder bewegt werden können.

Durch Einkapselungen, Stopfbüchsen u. s. w. sind die mit einander verbundenen Theile gegen das Verunreinigen mit Formsand geschützt, wie dies auch bei anderen Formmaschinen sich findet.

Die oberen Spindelenden tragen gusseiserne, drehbare, aber durch Stellschrauben festzulegende Kopfstücke, welche die Lager für die Zapfen der drehbaren Formplatten enthalten.

An den Säulen sind noch ausladende Träger aus starken Blechplatten angeschraubt, welche das Geleise für den mit Laufrollen versehenen Formkastentisch bilden, und sind dieselben durch zwei Stellschrauben, die in Schlitzen der Blechträger liegen, leicht in ihrer Stellung regulirbar.

Fig. 165.



a b

Für die verschiedenen Kastengrössen sind von den Erfindern entsprechende Tische vorgesehen worden.

Das Verfahren selbst ist einfach folgendes:

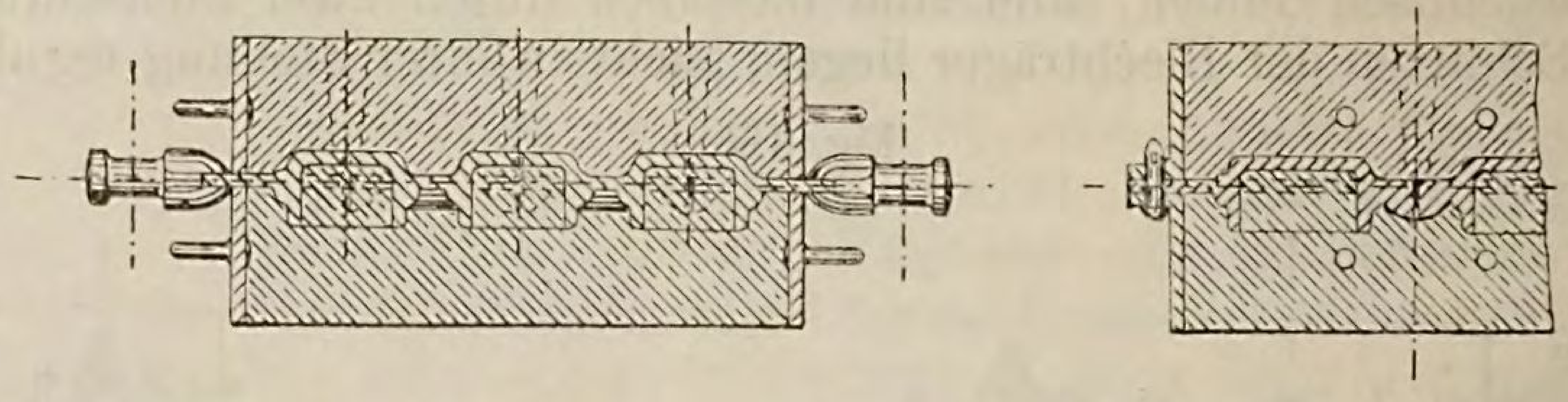
Die Formplatte wird mit ihren Zapfen in die Lage der Kopfstücke eingelegt und in dieser Lage festgestellt. Dann setzt man die eine Kastenhälfte auf und verbindet sie ganz fest vermittelst Keile oder Schrauben mit der Formplatte, stampft von Hand voll, streicht ab und hebt mittels des Hebels Platte und Kasten hoch, löst die Einstellung und schwenkt so herum, dass der Kasten sich unten befindet. Man lässt nun das Ganze so weit nieder, dass der Kasten sich mit seiner Aussenseite auf den indessen untergeschobenen Tisch aufsetzt, löst die Verbindungen der Formplatte mit dem Kasten und hebt erstere langsam aus der Formhälfte heraus, welche auf dem Tische bleibt und bei Seite geschoben werden kann.

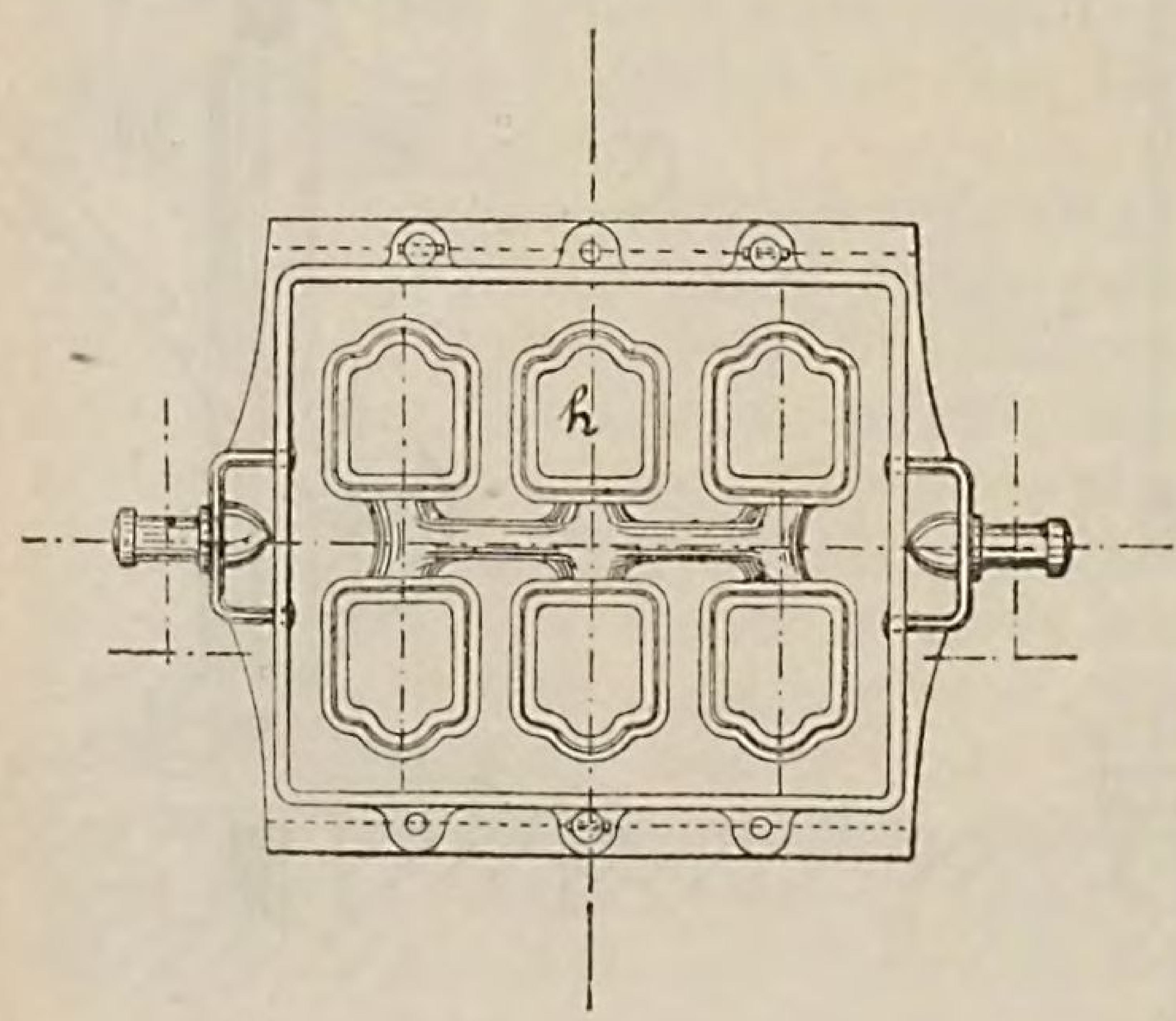
Die nunmehr oben befindliche Seite der Formplatte ist zur Aufnahme der zweiten Kastenhälfte unmittelbar bereit, mit welcher ebenso verfahren wird, wie mit der ersteren.

Bei bemerkbarer Abnutzung der Schraubenspindeln dreht man dieselben etwas, damit die Schraubenräder auf der Hebelwelle einen neuen und genaueren Eingriff erhalten.

Die Eingusstrichter werden in die eine Kastenhälfte eingeformt, vor dem Drehen und Lösen aber selbstredend herausgenommen, um das Aufsetzen der Kastenhälfte auf den Tisch nicht zu hindern. Die

Fig. 166.



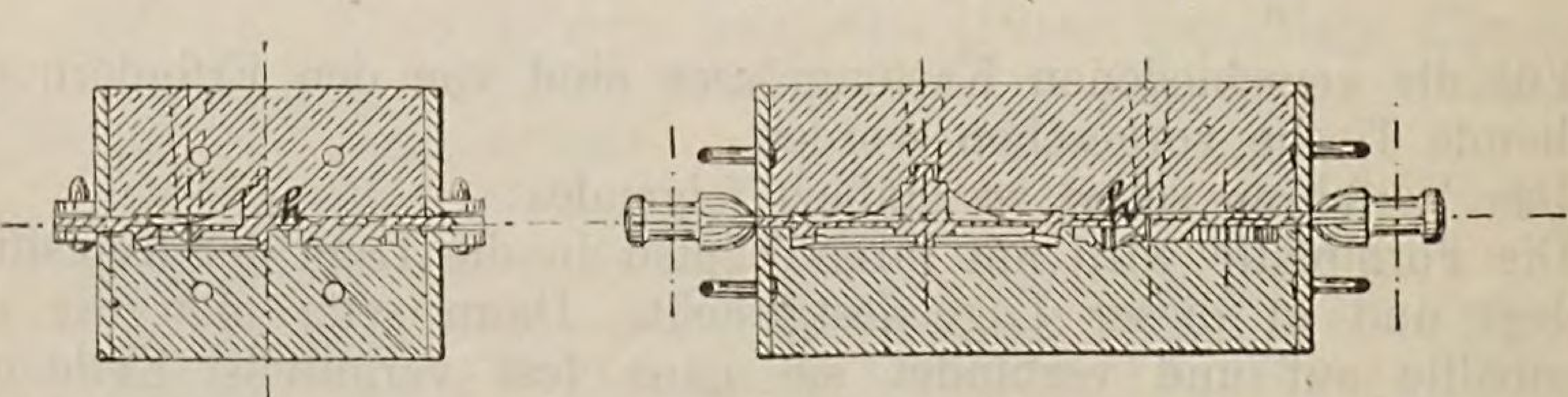


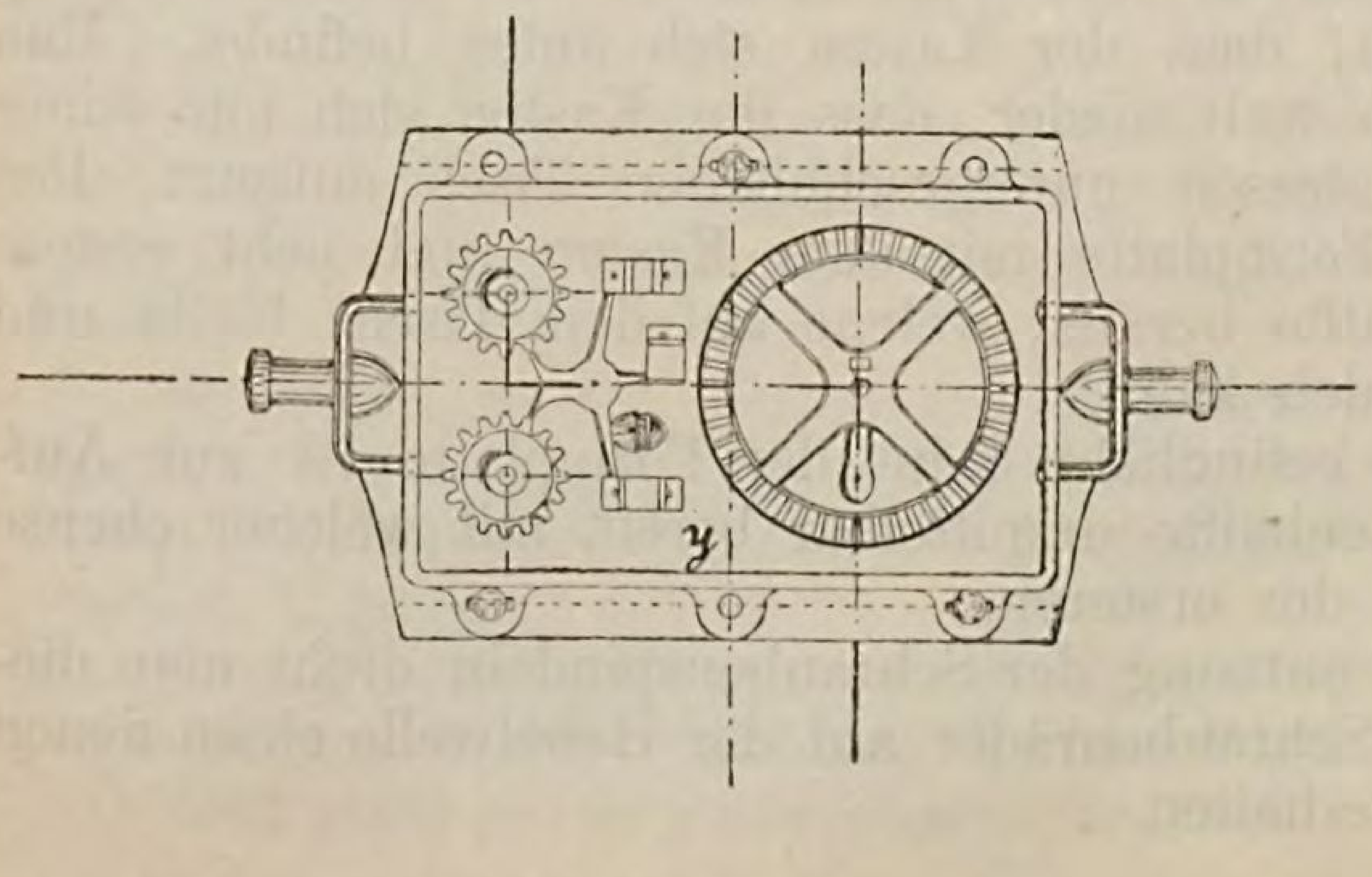
Eingussverzweigungen sind gleich auf der Formplatte mit aufgegossen und formen sich mit den Modellhälften ab.

Ein Nachhelfen und Putzen der Form ist nicht mehr erforderlich; man kann ja auch eventuell die Modellplatte vor dem Sandeinfüllen mit Kohlenstaub überstäuben, um das Anbrennen ganz zu verhüten.

Die Erfinder haben in der Patentschrift Angaben gemacht, welche die Leistungsfähigkeit der mit Formplatten

Fig. 167.





ausgerüsteten Maschinen beweisen und zu dem Zweck eine Reihe von Zusammenstellungen verschiedener Modelle gebracht, welche hier wiedergegeben werden sollen.

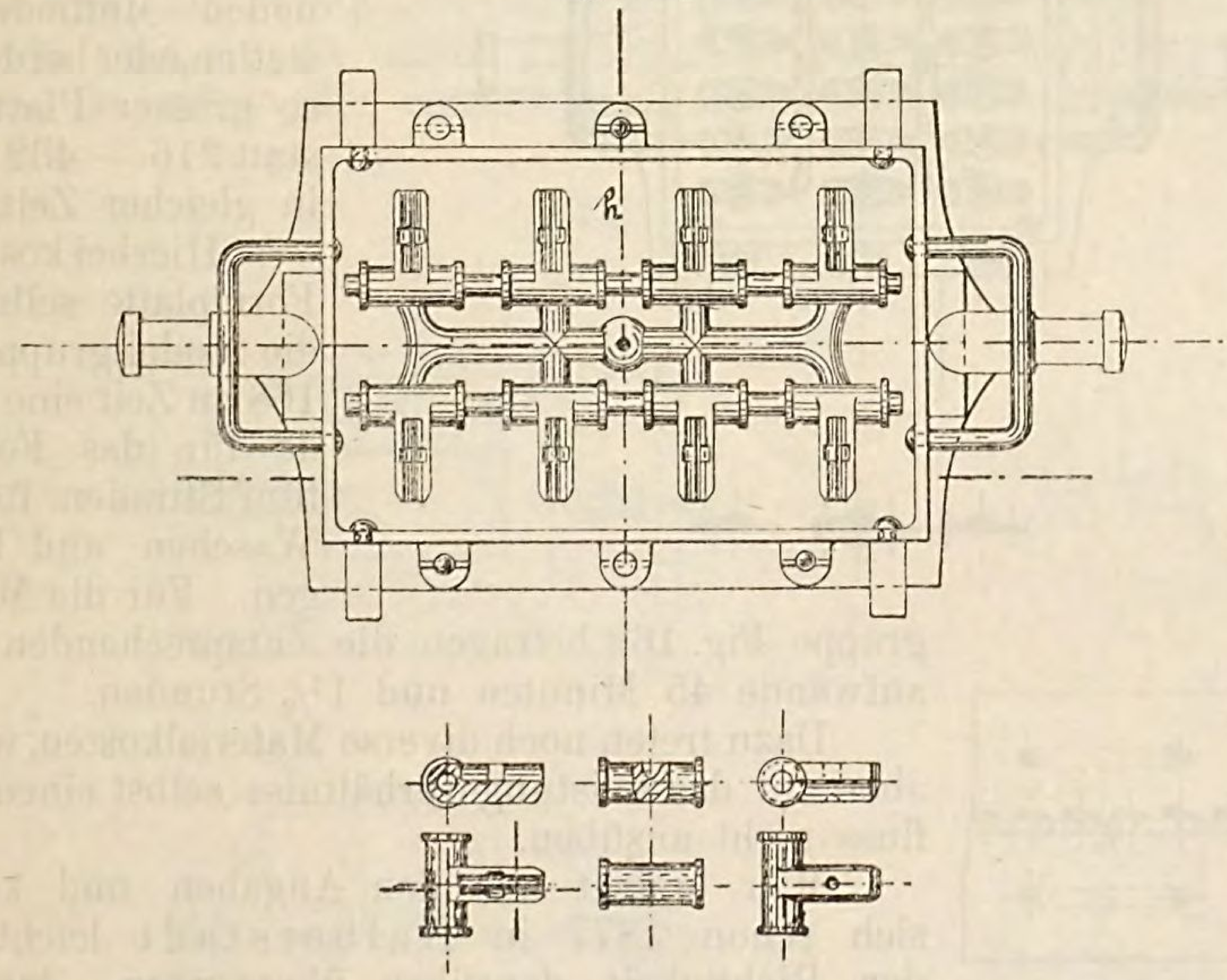
So wurden von den in Fig. 166 verdeutlichten büchsenartigen Gegenständen etwa sechs Stück in 60

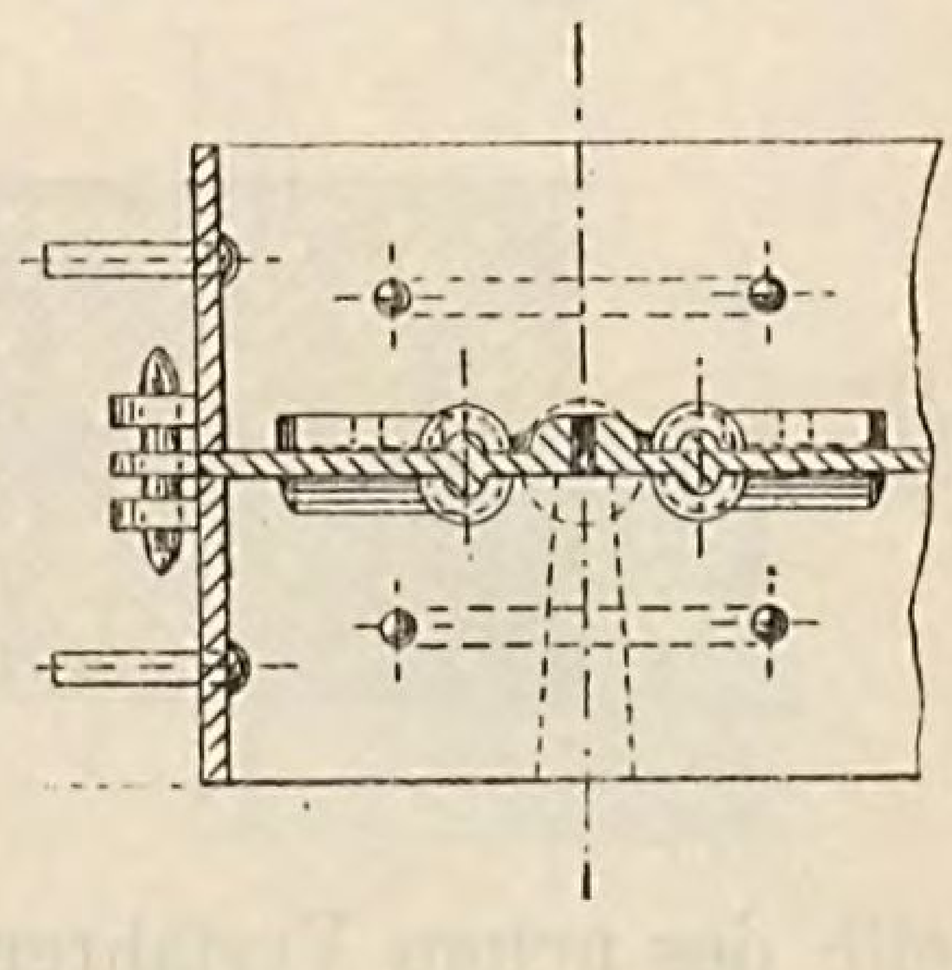
Minuten abgeformt, während mit der Maschine rund zwölf Mal so viel, also 72 Stück in einer Stunde geliefert werden können, die Benutzung der Platten mithin fünf Minuten in Anspruch nahm. Die Anwendung einer doppelt so grossen Formplatte macht keine besonderen Schwierigkeiten, liefert aber 144 Stück in der gleichen Zeit von einer Stunde.

Die zweite Zusammenstellung Fig. 167 zeigt eine grössere Ungleichmässigkeit der nachzubildenden Gegenstände, unter denen sich nun auch noch verzahnte Räder befinden, die nicht einmal mit einem Einguss ausgegossen werden konnten.

Es sind sieben verschiedene Stücke vorhanden, welche, nach der gewöhnlichen Art hergestellt, einen Zeitaufwand von angeblich 120 Minuten beanspruchen, während sie, mit der Formplattenmaschine angefertigt, den zwölften Theil dieser Zeit erforderten, da die Form zwölf Mal eingeformt werden konnte. Für die Doppelgrösse der Formplatten ergab sich wie vorher die doppelte Stückzahl.

Fig. 168.





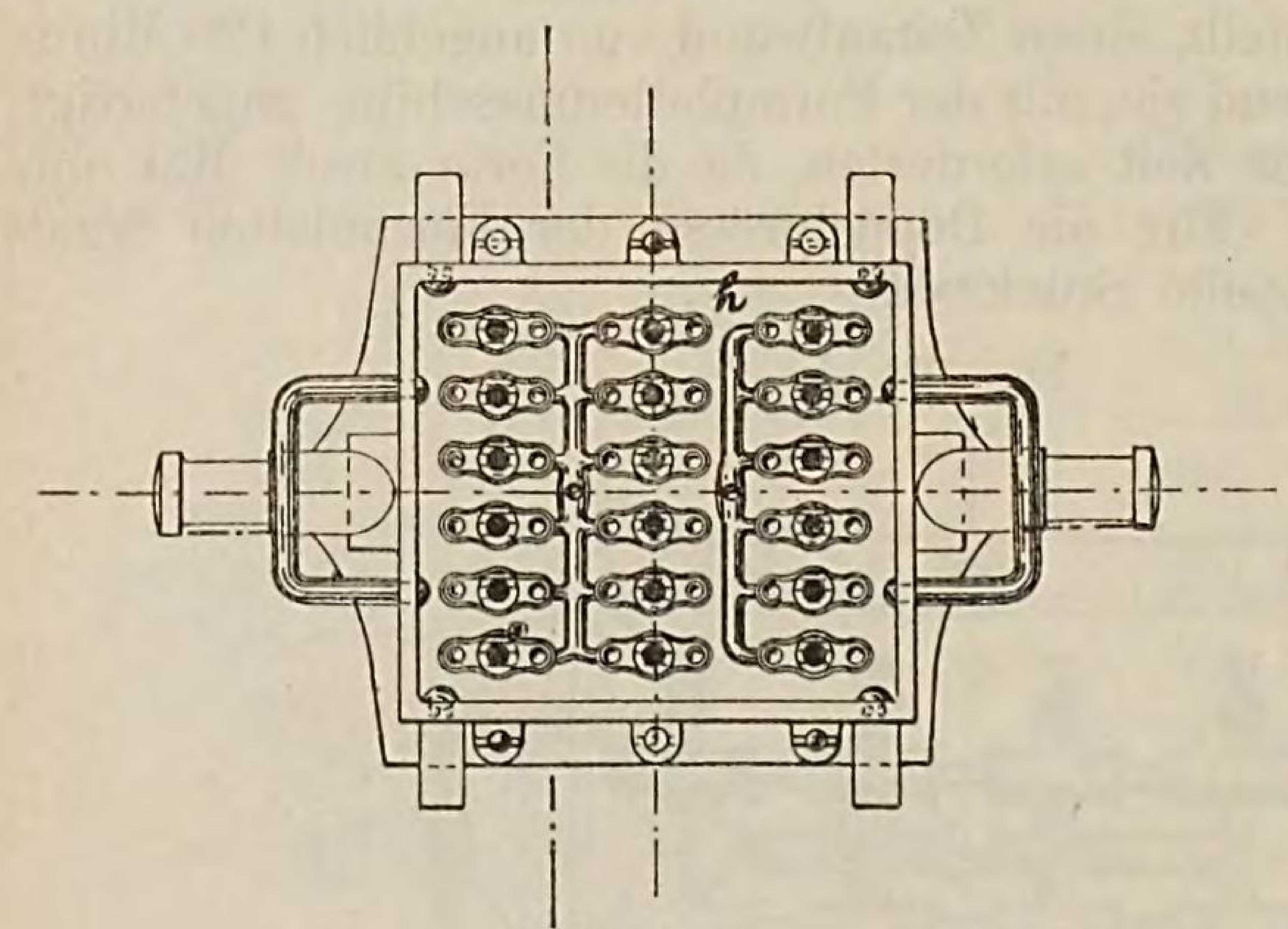
Von Interesse ist noch die Angabe des Zeitaufwandes für die Herstellung der Formplatten selbst. Die Formplatte Fig. 166 nahm zum Formen (und Giessen) eine Stunde in Anspruch, zum Reinigen und Waschen des fertigen Modells zwei Stunden. Die Formplatte Fig. 167 dagegen erforderte zum Formen zwei Stunden, zum Reinigen und Waschen der fertigen Platte fünf Stunden.

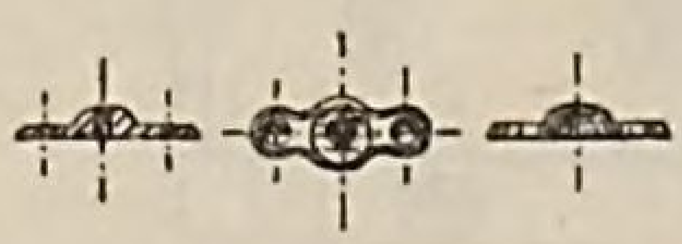
Die in der Figurengruppe 168 dargestellten Gegenstände, Hülsen mit Stutzen oder dergl. beanspruchten nach der alten Methode von der Hand zusammen,

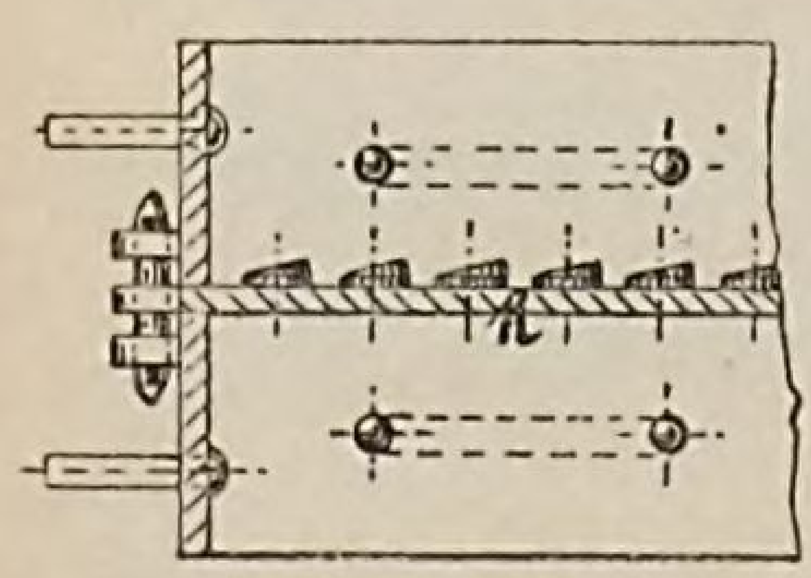
d. h. in gleicher Anzahl angefertigt, wie heute auf der Formplatte vereinigt, also acht Stück, eine Stunde Zeitaufwand, während dieselben Dinge in der gleichen Zeit zwölf Mal mittels der Formplatte hergestellt werden können. Bei doppelt so grosser Platte tritt natürlich der analoge Fall ein, wie in den vorher beschriebenen Beispielen und anstatt 96 werden 192 Stück in 60 Minuten durch jeden einigermaassen aufmerksamen Arbeiter hergestellt.

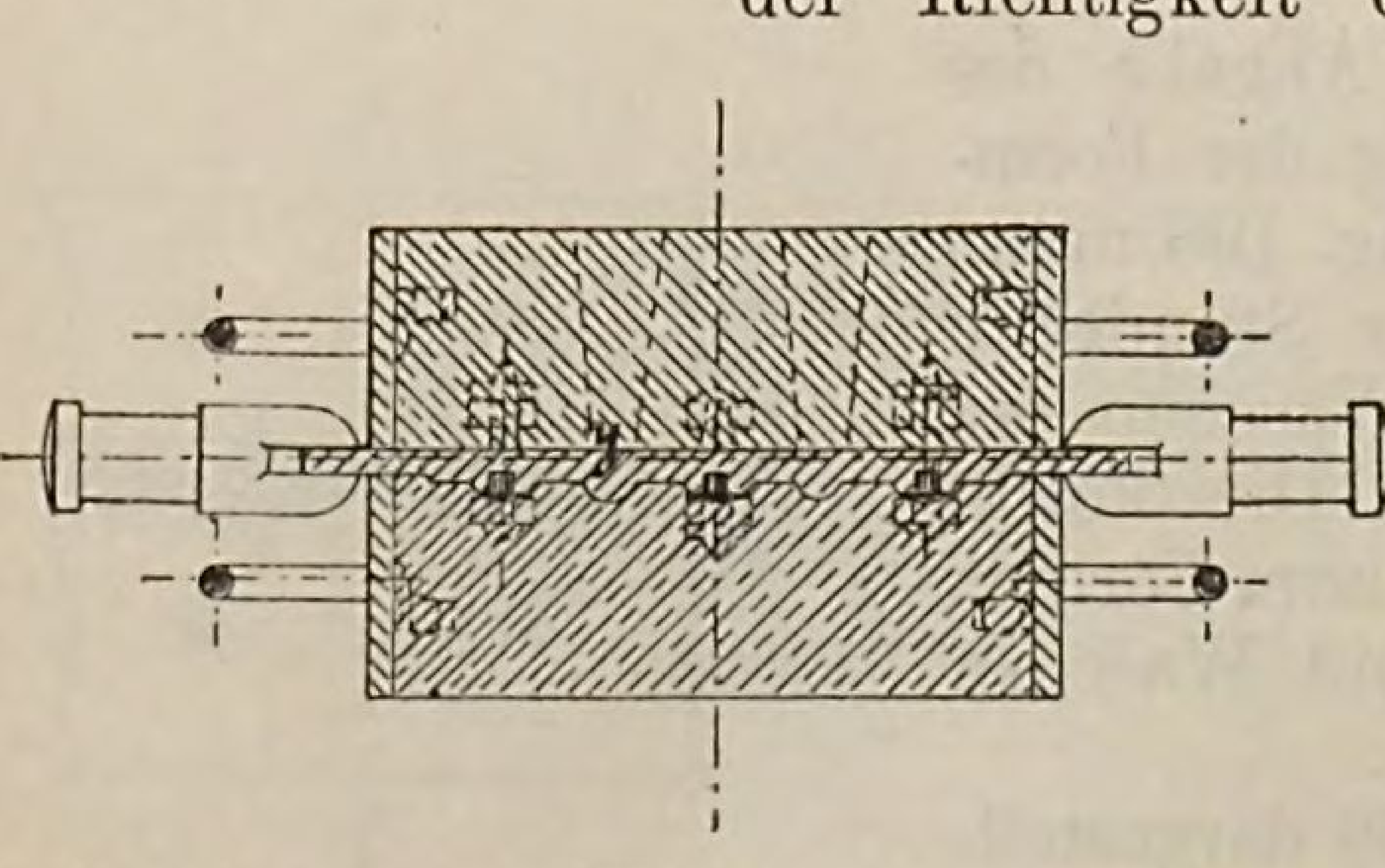
Das Beispiel Fig. 169 zeigt eine noch grössere Anzahl von Modellen, welche auf einer Platte vereinigt sind, nämlich 18 schlüsselschilderartige Dinge in drei Reihen, welche nach den Angaben der Patentschrift 45 Minuten nach der alten Methode erforderten, dagegen zwölf Mal so viel Abgüsse nach der neuen Methode gestatten, oder bei doppelt so grosser Platte anstatt 216 — 432 Stück in gleicher Zeit.

Fig. 169.









Hierbei kostet die Formplatte selbst für die Modellgruppe Fig. 168 an Zeit eine Stunde für das Formen, fünf Stunden für das Waschen und Reinigen. Für die Modellgruppe Fig. 169 betragen die entsprechenden Zeitaufwände 45 Minuten und $1^1/_2$ Stunden.

Dazu treten noch diverse Materialkosten, welche aber auf das Leistungsverhältniss selbst einen Einfluss nicht ausüben.

Man ersieht aus den Angaben und konnte sich schon 1877 in Halberstadt leicht von der Richtigkeit derselben überzeugen, dass die Leistungsfähigkeit eines Arbeiters um das 12- bis 24fache bei Stückwaaren gesteigert, die per Stück entfallenden Lohnbeträge also nahezu in dem gleichen Verhältnisse vermindert worden sind.

Die Sicherheit der Arbeit und die Güte der Erzeugnisse sind weiterhin ebenfalls als Vortheile des neuen Verfahrens anzusehen und vergrössern noch die Mehrleistung in allerdings schwer abzuschätzendem Maasse.

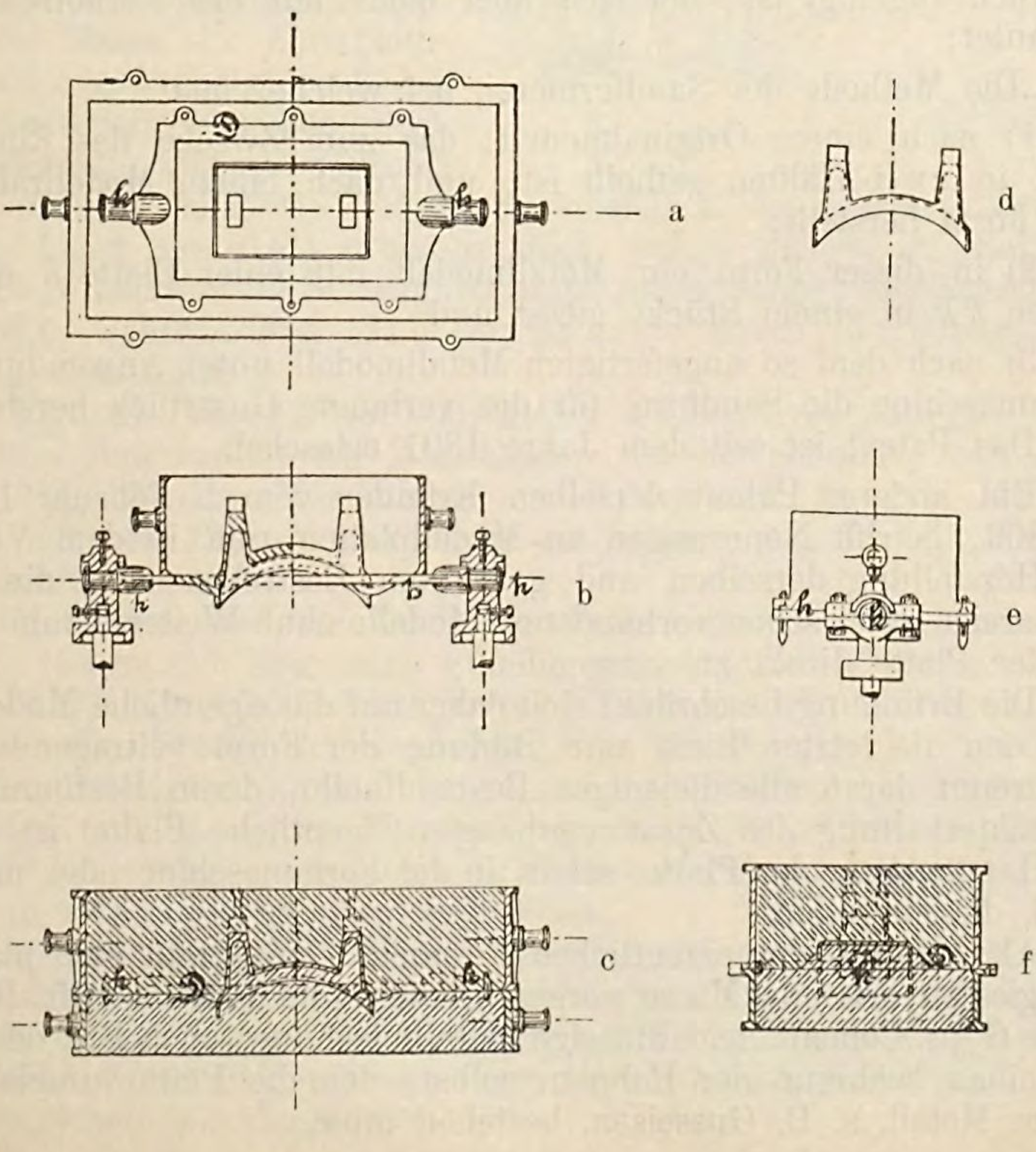
In allen Skizzen ist die Formplatte mit *h* bezeichnet, welche Bezeichnung sie ja auch in dem vorher gegebenen Patentanspruche hat.

In einem Nachtrage zum Patent 1391, welcher im Context direct an die vorstehend auszüglich wiedergegebene Beschreibung sich anschliesst, wird noch ganz besonders hervorgehoben, was sich eigentlich theoretisch von selbst versteht, dass nicht allein g e r a d e Formplatten entstehen können, wenn nämlich die in der Theilungsebene des Modells liegende Mittelebene des Modells eine gerade Fläche bildet, sondern dass auch gekrümmte Formplatten sich bilden müssen, falls nämlich die Theilungsebene der Form gekrümmt ausfällt.

Nimmt man z. B. eines der früher geschilderten Beispiele schräger Lage des Modells zur Kastentrennungsfläche, Fig. 102, S. 250 dieses Bandes, so zieht sich die Oberfläche des Unterkastens auf den beiden in der Form lothrecht eingeformten Seiten des Modells bis in die oberste Winkelspitze herauf, während sie ziemlich scharf mit der betreffenden Kante auf den anderen Seiten abschneidet.

Würde man um das so eingeformte Modell einen Rahmen einformen, dann eine der Formplattenstärke entsprechend dicke Sandschicht aufdämmen und nun die beiden Kastenhälften zum Guss wieder zusammensetzen, so würde die entstehende Formplatte selbstverständlich allen

Fig. 170.



Wandlungen der Trennungsfläche beider Kasten folgen und an den vertikal stehenden Seiten bis in die Ecken hinaufreichen, auf den anderen Seiten aber ebenso dem jetzigen Umrisse des Modells folgen.

Der Nachtrag der Patentschrift hat als Beispiel zur Erörterung dieser selbstverständlichen Eigenthümlichkeit des Modellplattenverfahrens den Lagerbock einer Locomobile gewählt und beschreibt das Verfahren unter Hinweis auf die hier unter Fig. 170 wiedergegebenen Skizzen.

Die nach einem Holzmodell oder einem Gussstück selbst in geräumigerem Formkasten hergestellte Form ist zweitheilig und wird in gewöhnlicher Weise, doch mit einer gewissen Sorgfalt, angefertigt.

Die beiden Querschnitte durch die geschlossene Form zeigen Lage und Stellung des Modells zwischen Ober- und Unterkasten, sowie die Formplatte *D* und deren Zapfen *k k*.

In den beiden mittleren Skizzen ist dargestellt, wie die Formplatte in der Maschine gelagert und der Kasten aufgesetzt ist, während die obersten Skizzen links die Draufsicht auf den eingeformten Rahmen, rechts das Modell des Lagerbodens zeigen.

In der linken der beiden Mittelfiguren erkennt man recht deutlich das mit der Formplatte zusammengewachsene Modell und die der früheren Trennungsfläche beider Kasten folgende Krümmung der Formplatte selbst.

Eigenthümlich ist, dass diesem Nachtrag noch ein besonderer Patentanspruch zugefügt ist, der sich aber mehr auf das Verfahren richtet. Er lautet:

„Die Methode der Sandformerei, bei welcher man:

1) nach einem Originalmodell, das zum Zwecke des Einformens nicht in zwei Hälften getheilt ist, und nach einem Modellrahmen *D* eine Form herstellt;

2) in dieser Form ein Metallmodell mit einer Platte *h* und den Zapfen *k k* in einem Stücke giesst und

3) nach dem so angefertigten Metallmodell unter Anwendung einer Formmaschine die Sandform für das verlangte Gussstück herstellt.“

Das Patent ist seit dem Jahre 1891 erloschen.

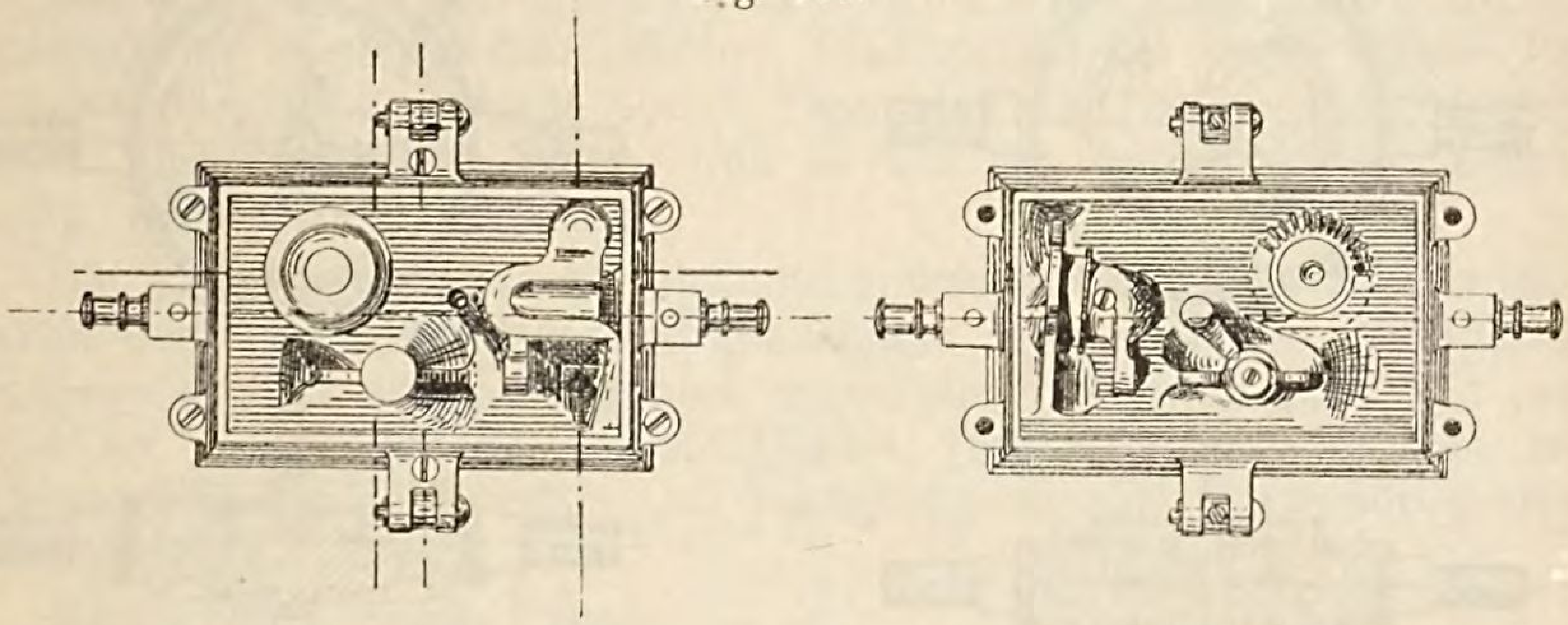
Ein anderes Patent derselben Erfinder vom 1. Februar 1879 ab, Nr. 869, betrifft Neuerungen an Modellplatten und in dem Verfahren zur Herstellung derselben und geht vom Bestreben aus, die in den Giessereien etwa schon vorhandenen Modelle ohne Weiteres zum Formen mit der Platte direkt zu verwenden.

Die Erfindung beschränkt sich daher auf die eigentliche Modellplatte, d. h. den in letzter Linie zur Bildung der Form beitragenden Theil und trennt daran alle diejenigen Bestandtheile, deren Bestimmung die Aufrechterhaltung des Zusammenhanges (eigentliche Platte) ist und die zur Handhabung der Platte, sei es in der Formmaschine oder mit freier Hand, dienen sollen.

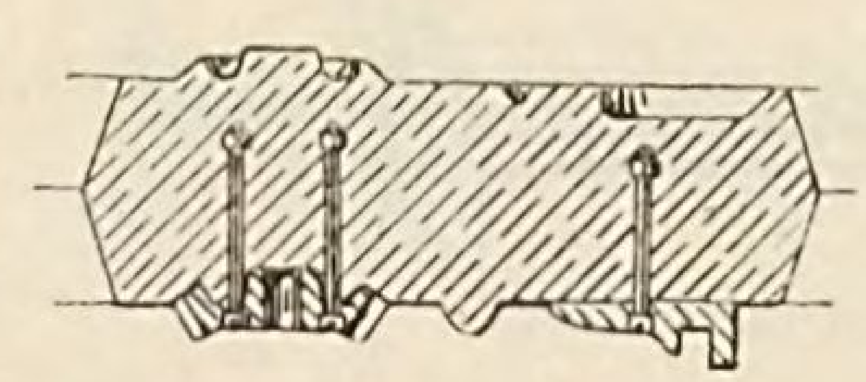
Als Material der eigentlichen Formplatte wird nun eine plastische, sich giessen lassende Masse vorgeschrieben (die Patentschrift führt als solche Gyps, Cement, leichtflüssige Metallmischung, auch Blei oder Hartgummi an, während der Rahmen selbst, der die Platte umgiebt, aus festem Metall, z. B. Gusseisen, bestehen muss.

Der Rahmen ist einfach oder zusammengesetzt hergestellt und muss in beiden Fällen so beschaffen sein, dass er die Modellplatte fest und sicher umfasst. Am einfachsten ist dies dadurch zu bewirken, dass der Rahmen zweitheilig gemacht wird, wie in den Fig. 171 a und b dargestellt ist, und durch Schrauben gegen die Platte aus plastischem Material gedrückt wird.

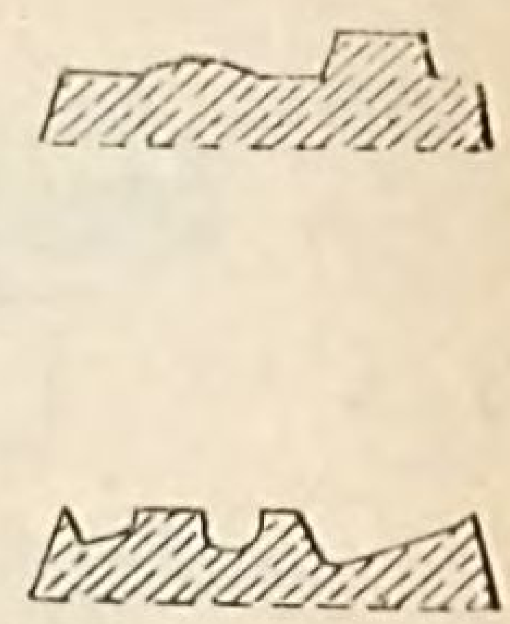
Fig. 171.



a b



d



c

Diese Figuren stellen speciell solche Platten dar, bei denen ein getheiltes oder nicht getheiltes Modell in die Masse der Formplatte eingelassen oder befestigt wird, also auf der einen Seite derselben direct zur Verwendung kommt, während auf der anderen Seite die Obformung desselben das Gleiche bewirkt. Die Fig. 171 d speciell erläutert noch einige hierbei in Betracht kommende Hülfsmittel der Befestigung durch eingegossene Flügelschrauben bezw. Stifte, während Fig. 171 c Durchschnitte durch die Formplatten Fig. 171 a, b darstellt.

Die Figuren 172—175 (S. 366) geben weitere Anwendungen eines ungetheilten Modells bei der Herstellung von Formplatten, besonders illustrirt Fig. 174 die Herstellung der Formplatten in zwei Hälften, die dann mit dem Rücken aneinander geschlossen und als eine einzige Platte benutzt werden.

Die Methoden sind im Texte der Patentschrift nicht einzeln be schrieben, lassen sich aber ganz gut aus den Figuren erkennen.

Der Anspruch selbst zerfällt in vier Theile, welche lauten:

1) Für die Zwecke der Herstellung von Giessformen; ein mit Vorrichtungen, einestheils zum Aufnehmen und sicheren Fassen, anderentheils zur leichten und bequemen Handhabung von Modellplatten versehener, aus einem Ganzen oder aus mehreren Theilen bestehender Modellplattenrahmen, im Wesentlichen wie beschrieben.

2) In Verbindung mit diesem Modellplattenrahmen oder Modellrahmen; eine aus elastischer Masse, wie Gyps, Cement, leichtflüssigem Metall oder einer solchen Metallcomposition, Hartgummi oder aus ähnlichen Stoffen bestehende und wie beschrieben hergestellte Modellplatte, im Wesentlichen wie dargestellt.

3) In Zusammenstellung mit der aus plastischer Masse bestehenden Modellplatte vorhandene, getheilte oder ungetheilte Modelle (letztere

Fig. 172.

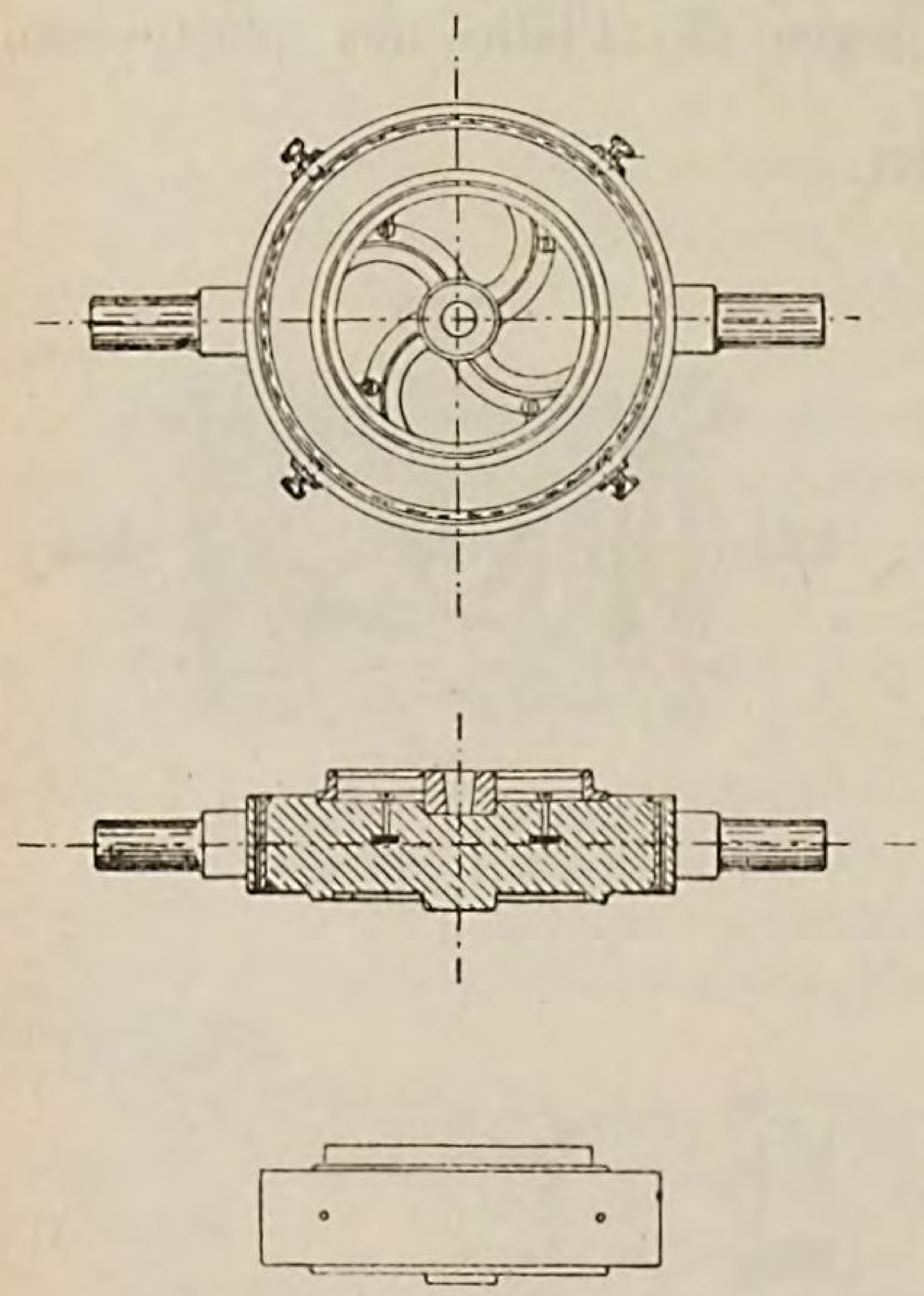


Fig. 173.

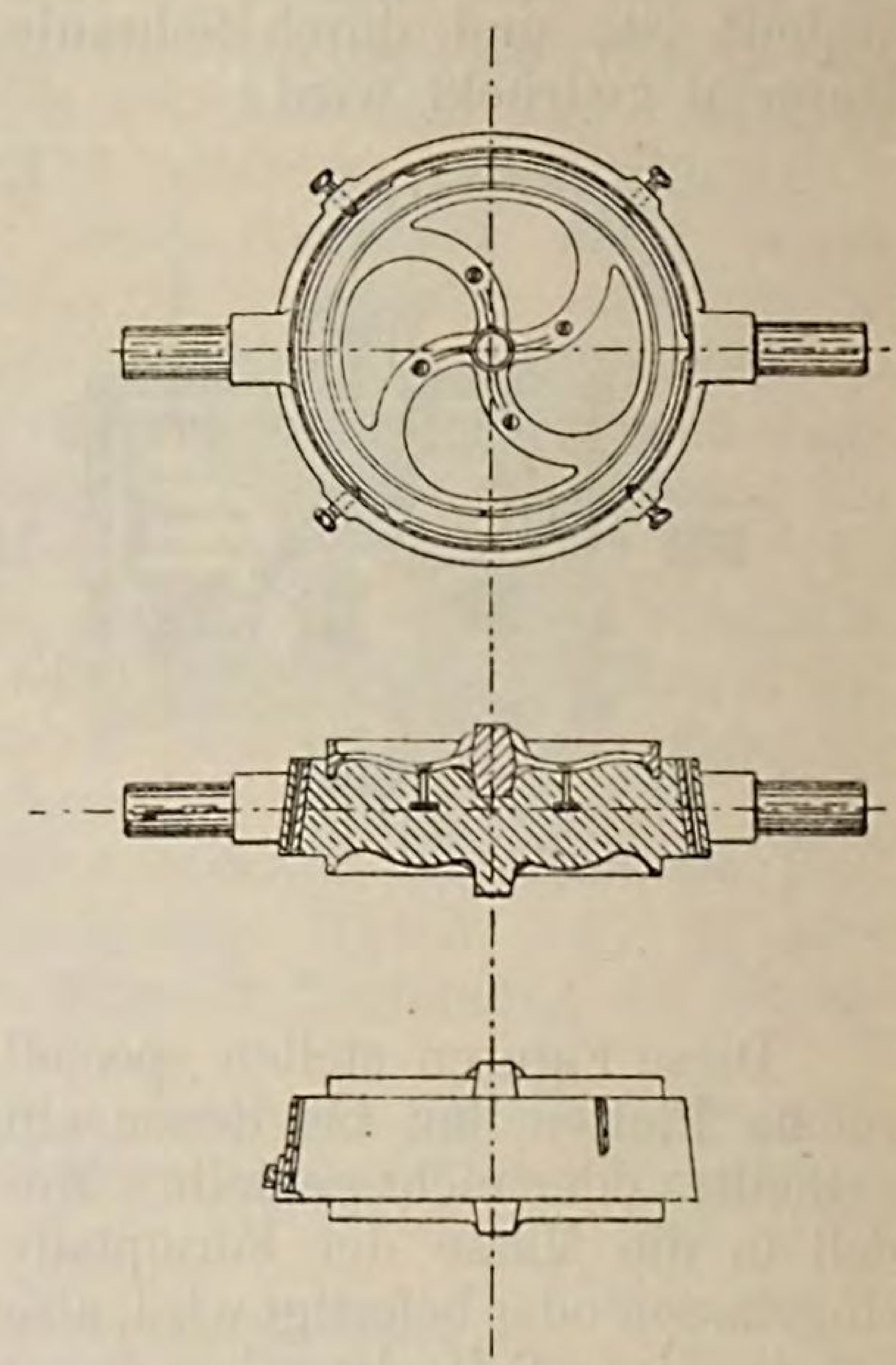


Fig. 174.

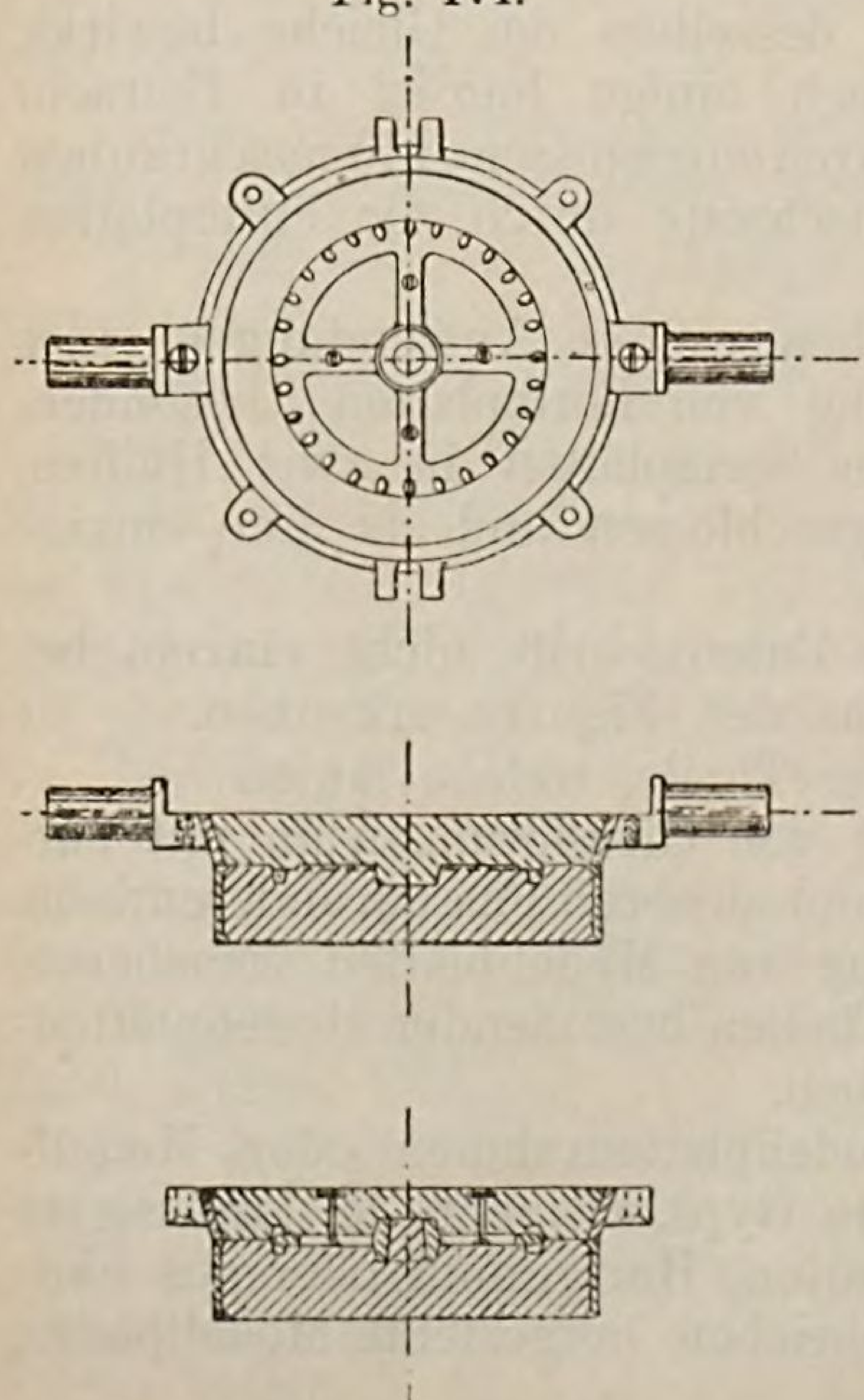
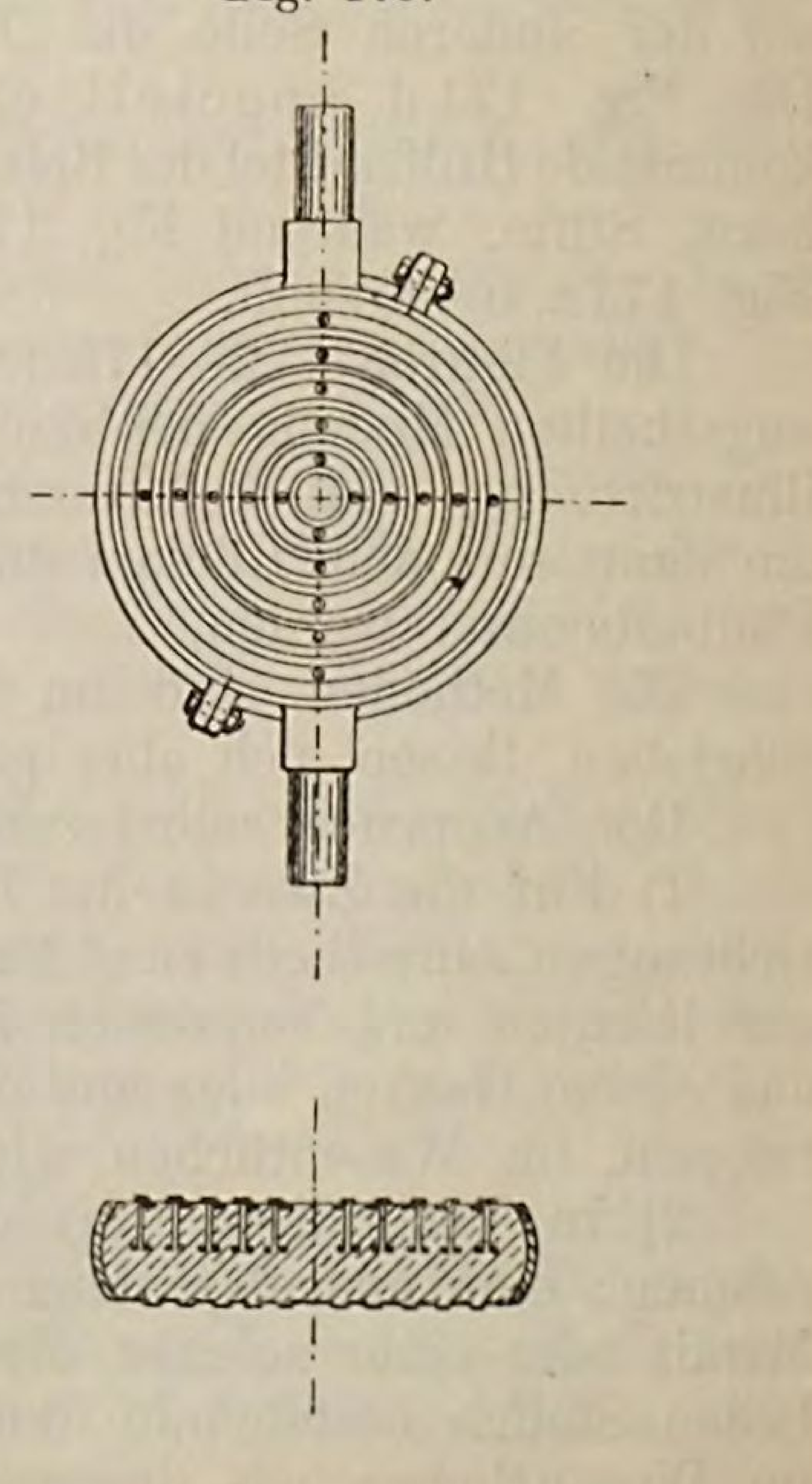


Fig. 175.



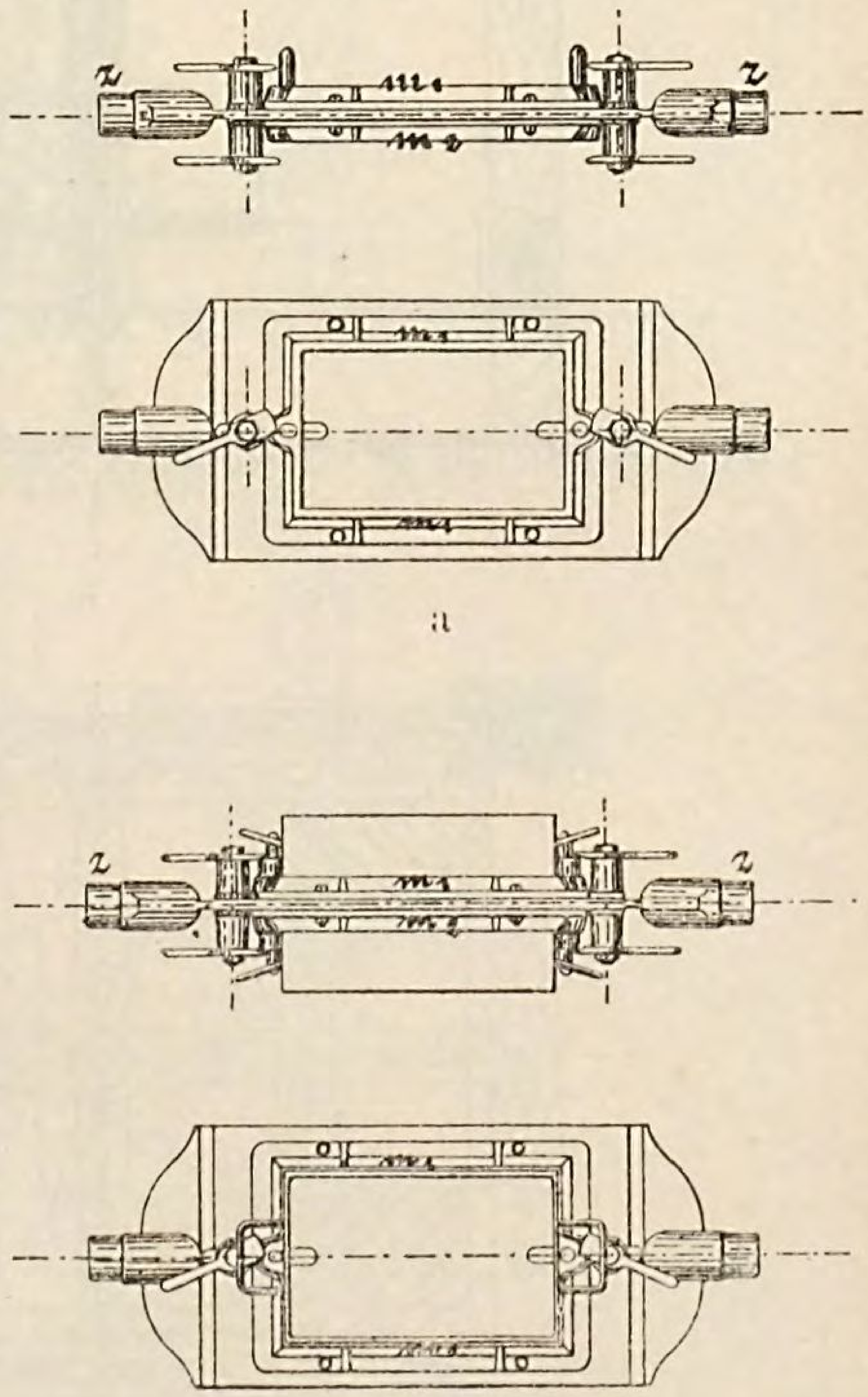
einzeln oder zu zweien wie sub c und d der Patentbeschreibung dargethan) im Wesentlichen wie erörtert und zu dem bezeichneten Zwecke.

4) Das Verfahren zur Darstellung von Modellplatten aus besagter plastischer Masse, in der unter a bis d und in der unter e beschriebenen Weise.

Das letzte der G. Wolnough-F. Dehne'schen Patente, Nr. 15271, Neuerung an Modellplattenrahmen, Zusatzpatent zu dem vorher Erläuterten (Nr. 8669), wurde am 9. September 1881 ausgegeben (gültig vom 1. April desselben Jahres) und ist wie das andere Patent bereits am 31. Januar 1894 erloschen.

Die Veranlassung zu der Erfindung war die beschränkte Anwendbarkeit der seitherigen Modellplattenrahmen, die sich nur für Platten von gewisser Grösse eigneten und wegen der Nothwendigkeit, die entweder an einer oder an beiden Hälften (Fig. 171 bis 175) sich befindenden Zapfen abzudrehen, als kostspielig in der Verwendung sich erwiesen hatte.

Fig. 176.



a

b

Man suchte nun dem Uebelstande dadurch auszuweichen, dass man die erwähnten Zapfen ganz und gar vom eigentlichen Modellplattenrahmen trennte, sie auf einer besonderen Platte anbrachte und auf dieser Platte die Rahmenhälfte, also auch die darin enthaltene Modellplatte, beiderseitig befestigte.

Gegenstand des Patentanspruches war auch lediglich die Verbindung von Modellplattenrahmen mit einer zapfentragenden Platte.

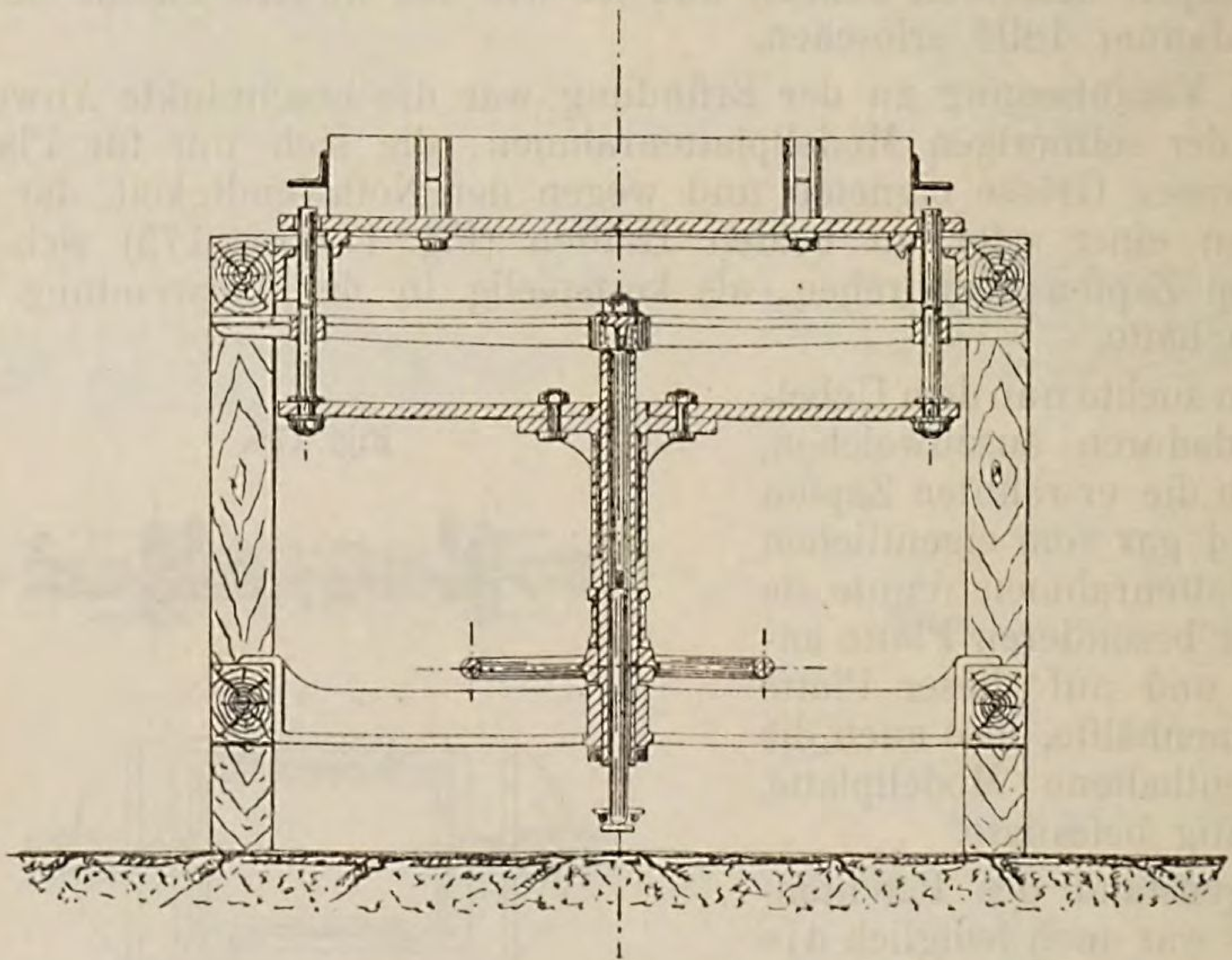
In den nebenstehenden Figuren 176 a u. b bezeichnen m_1 m_2 die Modellplattenrahmen und sind in dem ersten Figurenpaar leer gedacht, während im zweiten die aus der Mittelplatte und den beiderseits aufgebrachten Modellplattenhälften hergestellte Modellplatte zum Formen bereit erscheint und mit Ober- und Unterkasten zusammengestellt gedacht ist.

Zur festen Verbindung dienen irgendwelche hierfür bekannte Befestigungsarten, zum Beispiel Handhebel, wie leicht zu erkennen ist.

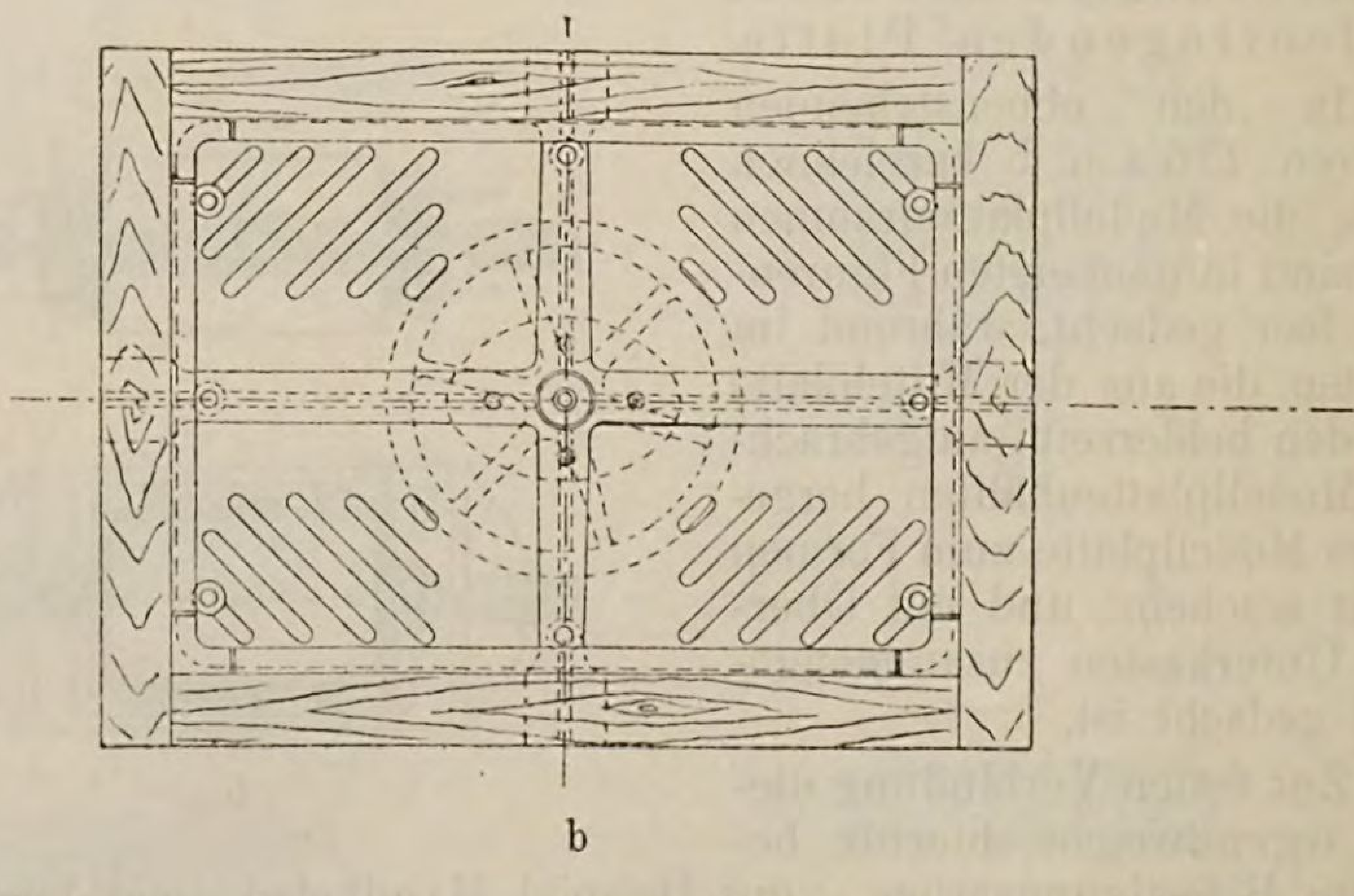
Anwendung der Formplattenmaschinen.

Eine Formplattenmaschine älterer aber bewährter Construction ist die von Ludwig und Eduard Reuling zu Mannheim (D. R. P. Nr. 9521 vom 14. September 1879, ausgegeben am 28. April 1880). Sie ist in den nachstehenden Figuren 177 und 178 dargestellt und besteht aus einem hölzernen Gerüst, welches unten und oben eiserne Kreuzvorrichtungen trägt, in deren Mitte eine hohle, glattgedrehte Spindel befestigt ist.

Fig. 177



a



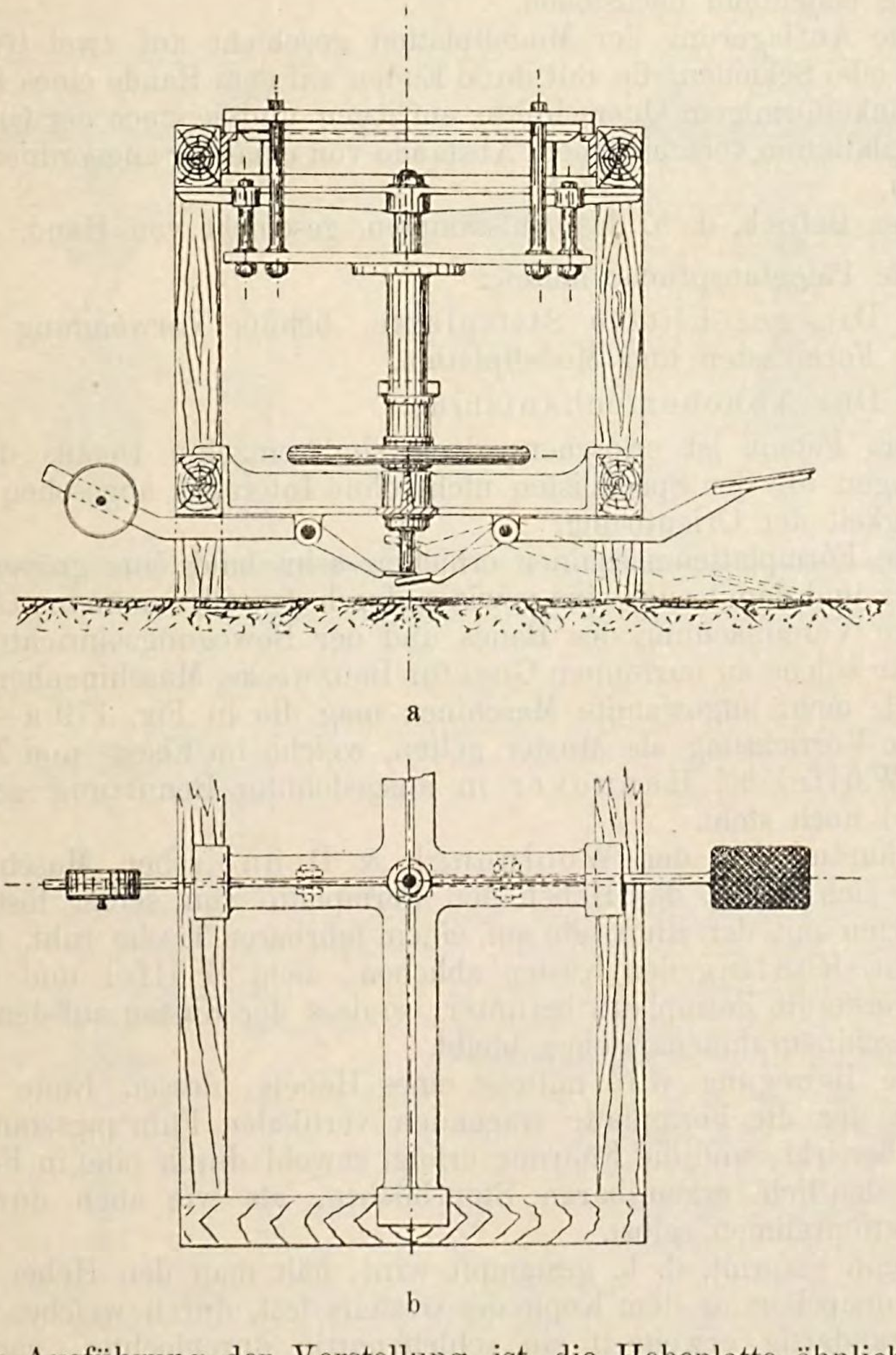
b

Um dieselbe gleitet eine sie umschliessende verschiebbare Hülse, von welcher wiederum eine Platte getragen wird, die durch versetz-

bare Bolzen, welche, durch die obenaufliegende feste Formplatte durchgehend, die Hebung der Formkasten bewirken.

Diese Hebeplatte wird noch, wie aus Fig. 177 b und 178 a hervorgeht, durch vier besondere kürzere Bolzen im oberen Kreuze geführt, welche nicht versetzbar sind und mit der Hebung des Kastens nichts zu schaffen haben und welche lediglich durch die vorher beschriebenen längeren und verstellbaren Bolzen bewirkt werden muss und kann.

Fig. 178.



a

b

Zur Ausführung der Verstellung ist die Hebeplatte ähnlich einer Planscheibe in Drehbänken oder einem Hobelmaschinentische mit vier Gruppen von Schlitzen in den Ecken versehen, so dass die vier Hebebolzen in ganz beliebiger gegenseitiger Lage befestigt werden können. (In der Figur 177 b stecken die Bolzen im letzten Schlitz jeder Ecke.)

Bei jeder Modellplatte sind die Durchbohrungen für die Hebebolzen so vorzusehen, dass ihre obere Fläche direct unter die Ränder der zugehörigen Formkasten tritt, und müssen daher beide gut mit einander übereinstimmen.

Die Hebung der Hülse und der Platte, d. h. der Formkasten, erfolgt bei leichten Formkasten durch einen einfachen Tritthebel, während schwerere Kasten eine umständlichere Uebertragung durch Schraube und Stellrad erfordern, die in den Skizzen der Patentschrift unbequem angeordnet sind und jedenfalls einer nach aussen führenden Uebertragung bedeutend nachstehen.

Die Auflagerung der Modellplatten geschieht auf zwei Gusseisenbalken oder Schienen, die mit ihren Enden auf dem Rande eines Rahmens von winkelförmigem Querschnitte aufliegen und je nach der Grösse der Modellplatten in verschiedenem Abstande von einander angeordnet werden können.

Der Betrieb, d. h. das Aufstampfen, geschieht von Hand.

Die Patentansprüche lauten:

1) Die geschlitzte Stiftplatte, behufs Verwendung beliebig grosser Formkasten und Modellplatten.

2) Der Abhebemechanismus.

Das Patent ist erloschen, doch sind einzelne Details der Vorrichtungen für den Specialisten nicht ohne Interesse, abgesehen von der Wichtigkeit der Orientirung.

Die Formplattenmaschinen erhielten sehr bald eine grössere Ausbreitung und damit auch eine gewisse, durch den allgemeineren Gebrauch bedingte Vereinfachung des Baues und der Bewegungseinrichtungen.

Für solche zu currentem Guss für Bauzwecke, Maschinenherstellung u. dergl. mehr angewandte Maschinen mag die in Fig. 179 a — d dargestellte Vorrichtung als Muster gelten, welche im Eisen- und Messingwerk Wülfel bei Hannover in ausgedehnter Benutzung gestanden hat und noch steht.

Während bei der Woolnough & Dehne'schen Maschine der Kasten sich durch das Heben der Formplatte von selber löst, wenn der Kasten mit der Rückseite auf einem fahrbaren Tische ruht, während die Gebr. Reuling den Kasten abheben, zieht Wülfel und mit ihm viele Werke die Formplatte herunter, so dass der Kasten auf dem Rande des Maschinenrahmens stehen bleibt.

Die Bewegung wird mittelst eines Hebels, dessen Ende in eine Scheere der die Formplatte tragenden vertikalen Führungsstange eingreift, bewirkt, und die Führung erfolgt sowohl durch eine in Fig. 179 a und b deutlich erkennbaren Stopfbüchse, als wie auch durch den Formplattenrahmen selbst.

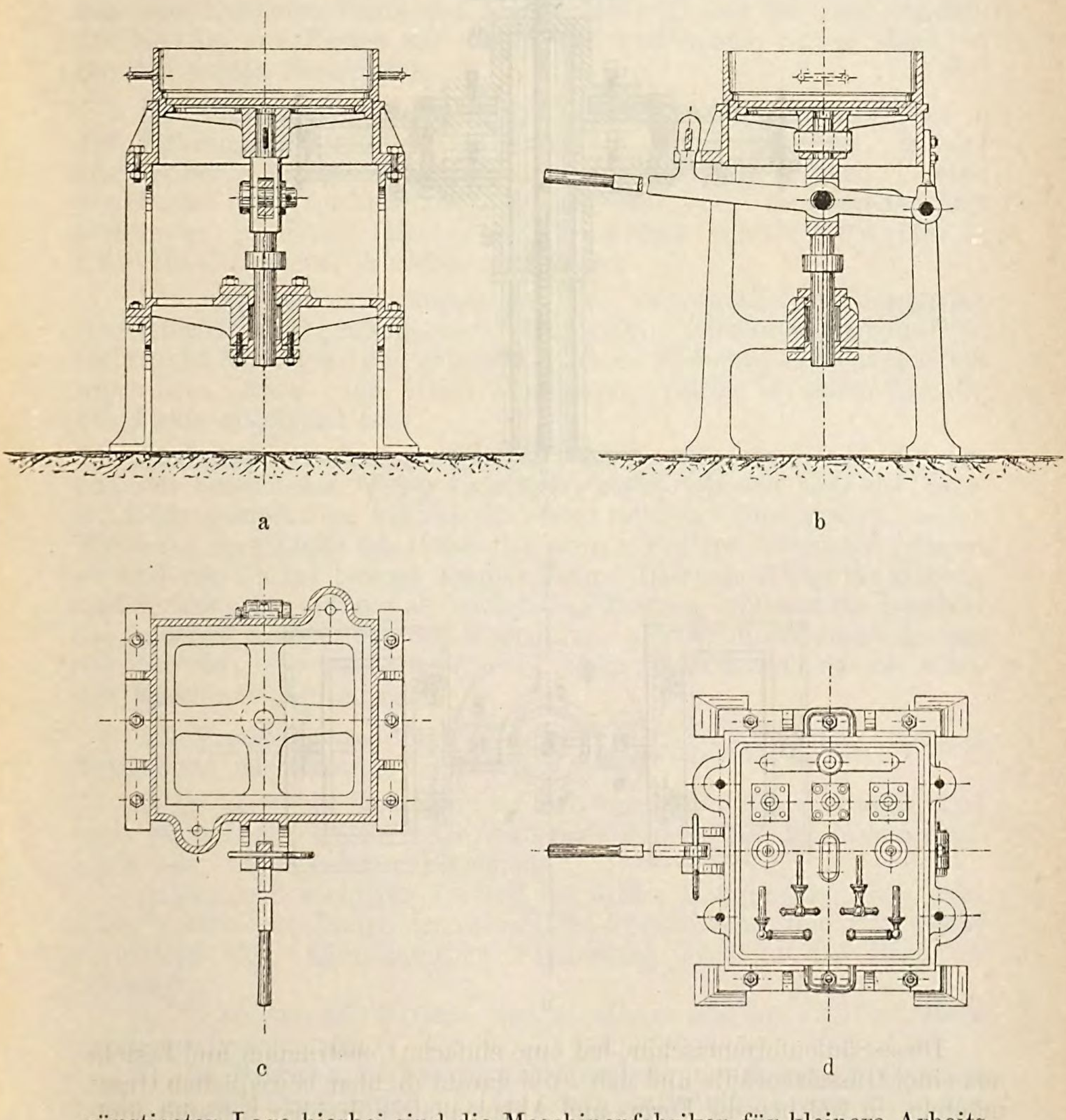
Wenn geformt, d. h. gestampft wird, hält man den Hebel mittelst eines Vorsteckers an dem Kopfe des Gestells fest, durch welches (an der Stelle randartig erweitert) ein schleifenartig durchlochter, nach oben gerichteter Seitenfortsatz des Hebels führt.

Das gezeichnete Formplattenmuster enthält, wie die Abbildung 179 d zeigt, nur kleinere Objecte, doch wurden diese Formmaschinen auch zur Herstellung grösserer Gegenstände, wenn auch von wesentlich flacher

Gestalt, z. B. von Dachfensterrahmen, Oberlichten u. dergl., sowie zahlreichen Bau- und Maschinenstücken in grosser Zahl angewandt.

Ganz analoge einfache und bis auf die Modellplatten billig herzustellende Maschinen benutzen eine grosse Zahl von Hüttenwerken und Giessereien, sobald, was natürlich genau beurtheilt werden muss, die Zahl der nothwendigen Abgüsse eines Gegenstandes die Beschaffung einer Maschine ermöglichen oder geradezu erforderlich machen. In der

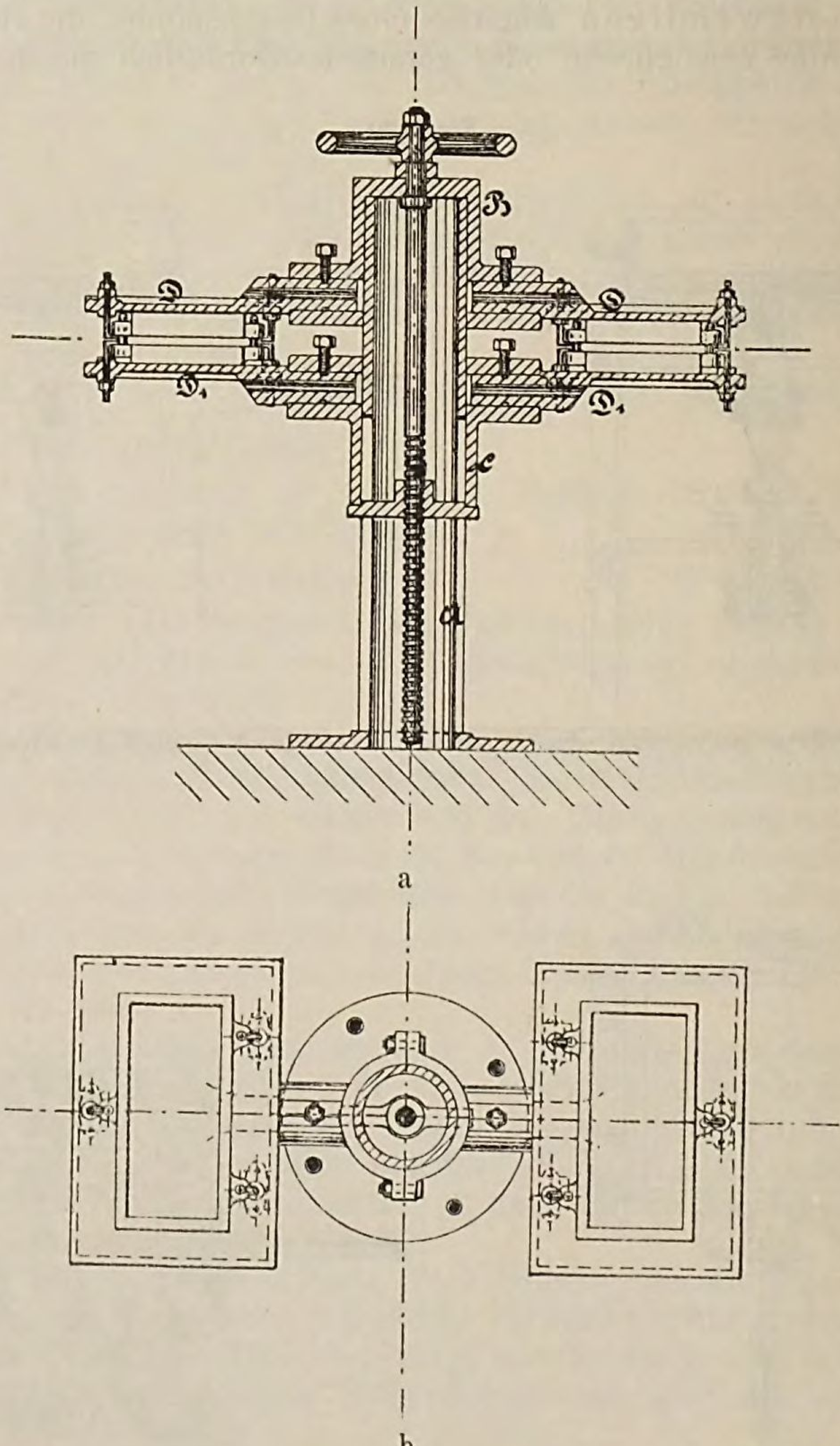
Fig. 179.



günstigsten Lage hierbei sind die Maschinenfabriken für kleinere Arbeitsmaschinen im landwirthschaftlichen und Gewerbebetriebe, weil sie stets in grossen Massen arbeiten und grösserer Mengen desselben Elements bedürfen, das in Weich- wie in Temperguss hergestellt wird.

Eine mit Formplatten arbeitende Maschine von eigenthümlicher Bauart ist die durch Patent Nr. 21272 geschützte Erfindung von Gotthard Allweiler in Radolfzell (ausgegeben am 30. April 1883 und bereits erloschen).

Fig. 180.



Diese Säulenformmaschine hat eine einfache Construction und besteht aus einer Gusseisensäule und den zwei darauf drehbar beweglichen Gussmänteln, in welchen die Form- und Abhebeplatten drehbar befestigt sind.

Die oberen Formplatten, sowie deren Mäntel sind beweglich und nach jeder Seite hin drehbar, so dass die Platten beliebig gewendet und nach rechts oder links gedreht werden können.

Der untere Gussmantel ist in der Patentschrift nebst seiner Formplatte mit einer durch die Säule gehenden Spindel verbunden und wird einerseits zum Abheben der Modelle oder Formkasten, andererseits zum Pressen des Formsandes verwendet, welchem Verfahren hier zuerst begegnet wird.

Der Patentanspruch lautete:

„An einer Formmaschine mit einer centralen Säule *A*, der auf der letzteren nach allen Seiten dreh- und verstellbare obere Mantel *B* mit den zwei drehbaren Form- und Abhebeplatten *D* und der zum Abheben der Modelle und Kasten mit der Spindel verbundene untere Mantel *C* mit den beiden Formplatten D_1."

Die Construction, wie sie die Patentschrift giebt und wie sie in den Figuren 180a und b und 181a und b wiedergegeben ist, bestand aus der Säule *A*, dem oberen Gussmantel *B* und dem unteren *C*, sowie den Form- und Druckplatten *D*, D_1, ist aber nach den neueren Mittheilungen der Firma (Mechanische Werkstätte von G. Allweiler in Radolfzell, Baden) erheblich vereinfacht.

Besonders hat man eingesehen, dass die zweifachen Formplatten und Zubehör nicht gehörig ausgenutzt wurden, vielmehr sich einander im Gebrauche hinderten, und gelangte zu einer einfachen Construction mit nur einer Druck- und einer Formplatte, welche in einem Circular der Firma abgebildet ist.

Auch die Bewegung erfolgt in einer wirksameren und für den Arbeiter bequemeren Weise als früher, indem auf den Kopf der Säule ein Conus gesteckt ist, welcher mit einem anderen Conus arbeitet, dessen Welle auf dem Kopfe der Hülse des oberen Kastens horizontal gelagert ist und mit Kurbel bewegt werden kann. Dadurch erfolgt die Hebung und Senkung des auf und ab beweglichen Kastens, während die Drehung des anderen Kastens mit der Modellplatte u. s. w. durch eine Schnecke mit Kurbelwelle geschieht, welche auf einem Schneckenrad, das die Achse der Maschine trägt, eingreift.

Als Vortheile dieser Maschinen giebt die von der Firma versandte Mittheilung nachstehende an:

1) Es kann mit derselben auf beliebige Art geformt werden, und zwar je nach Abnehmen der Kasten oder Modelle auf der oberen drehbaren oder unteren festen Formplatte.

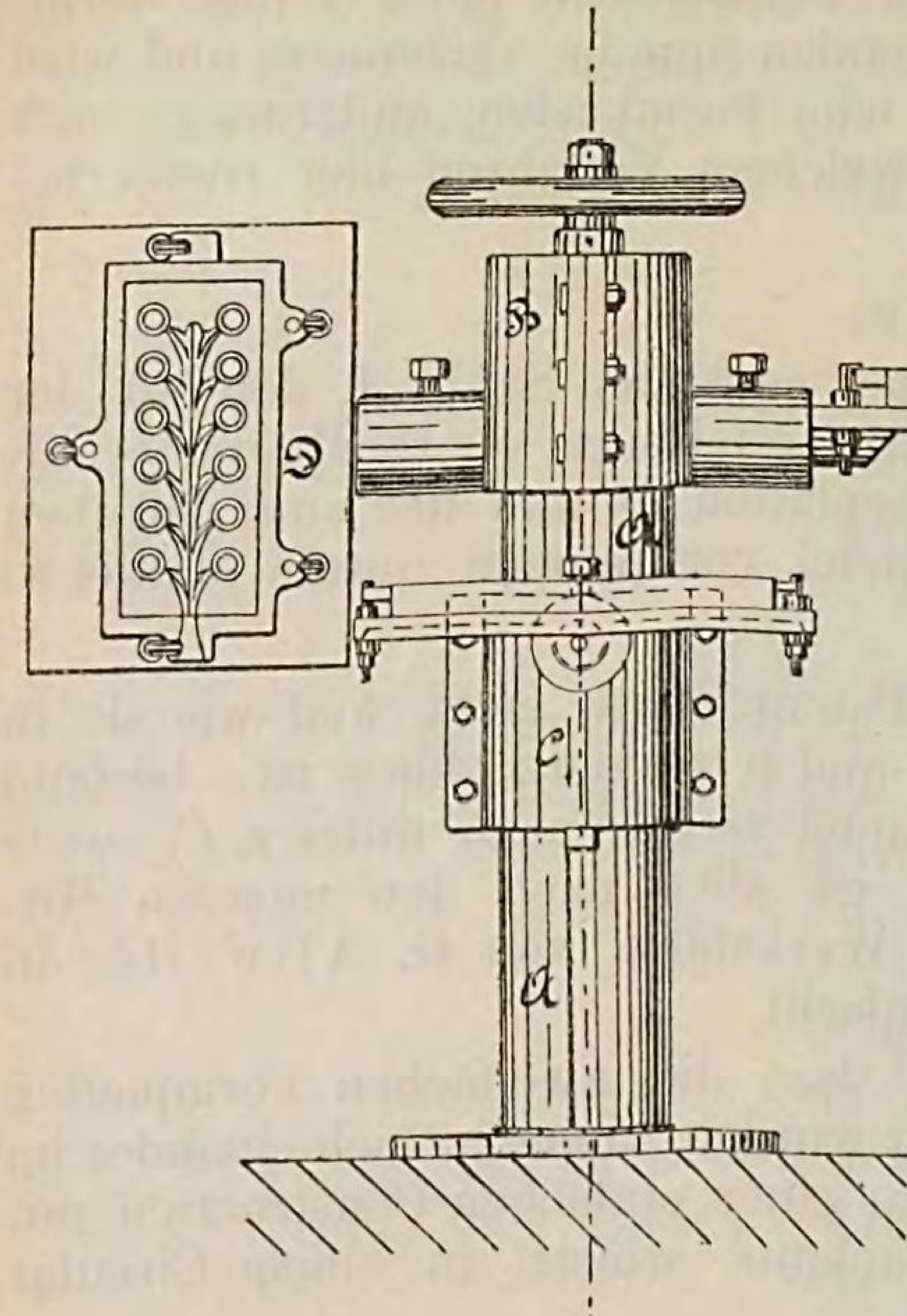
2) Ein sehr wichtiger Vortheil bei dieser Maschine ist, dass jeder schon vorhandene Kasten dazu verwendet werden kann, und ist derselbe vermittelst einer sehr einfachen Vorrichtung leicht an der Platte zu befestigen.

3) Es können alle Modelle darauf geformt und bis zu 70 cm Höhe abgehoben werden.

4) Die Maschine ist so construirt, dass sie von Formsand stets frei bleibt, da die Formplatten von der Säule entfernt sind, wodurch eine schnelle Abnutzung vermieden wird.

5) Infolge der langen Säulenführung kann sie sich nie ungleich ausnutzen, wie dies bei anderen Formmaschinen häufig der Fall ist und was ein einseitiges Abheben zur Folge hat.

Fig. 181.

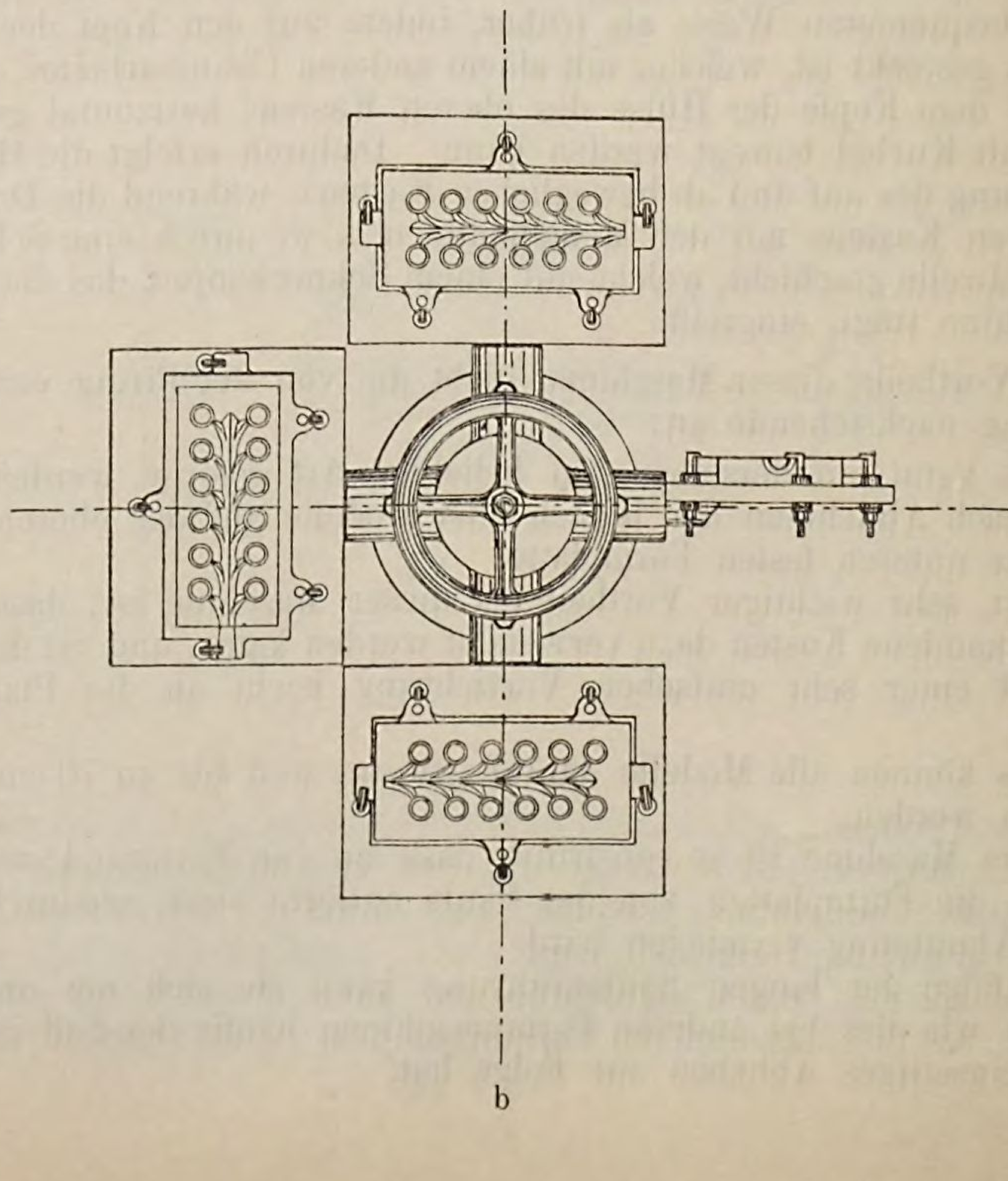


a

6) Die Maschine ist leicht zerlegbar und kann in wenigen Minuten auseinander genommen und wieder zusammengesetzt werden. Die Formplatten können auch beliebig, je nach Grösse und Form der Kasten, angefertigt werden. Um die Modelle auf den Platten zu befestigen, steht der Erfinder mit genauer Anweisung gern zu Diensten. In seiner Metallgiesserei können Maschinen jederzeit in Betrieb gesehen werden.

Die verwendbaren Kastengrössen sind:

35 × 50 cm
50 × 75 cm
85 × 100 cm.



b

Neue Fälle der Anwendung des Howard'schen Principes in der Maschinenformerei.

Die im Vorstehenden besprochenen Beispiele der Formplattenmaschinen lassen erkennen, welche Bequemlichkeiten ihre Anwendung gewähren musste, und man kann die Behauptung nur wiederholen, dass sie eigentlich allein den Formmaschinenprocess populär gemacht haben, wennschon auch Täuschungen übertriebener Hoffnungen nicht zu vermeiden gewesen sind.

Trotz der gedachten Vorzüge begegnet man unter den neueren Formmaschinen auch noch mehrfachen Anwendungen des Howard'schen Principes, namentlich wo die Gestalt des Gegenstandes, besonders die Ausdehnung in der Höhe, d. h. normal zur Kastentheilfläche, die Anwendung des Formplattenverfahrens nicht gestattete.

Besonders trat dies hervor, sobald complicirte Formen von oft grosser Ausdehnung vorkamen und einzelne Theile derselben recht schwierige Verhältnisse hinsichtlich des Modellausziehens im Einzelnen wie im Ganzen boten.

Die im Folgenden namhaft gemachten Fälle zeigen die Richtigkeit der gedachten Behauptung am Besten und gewähren gleichzeitig eigenartige Beispiele für die Lösung der verschiedensten Formereiaufgaben.

In der beigegebenen Fig. 182 (S. 376) findet man zunächst die Darstellung einer bereits seit längerer Zeit angewandten Rollenformmaschine von E. Schiess in Düsseldorf wiedergegeben.

Es darf an das S. 208 und 254 über die Modelltheilung und über die Formarbeit bei einer solchen Schnurrolle Gesagte erinnert werden, um den Nutzen einer Formmaschine für derartige Gegenstände deutlich erkennen zu lassen.

Es wurde die Hohlkehle bekanntlich durch ein besonderes Kernstück nachgebildet, welches zwischen Ober- und Unterkasten lag und ausserhalb des Rollenrandes auf der hinlänglich gross vorgesehenen übrigen Kastentrennungsfläche ruhte.

Das normal zur Achse getheilte Modell musste unter wiederholtem Wenden des Kastens nach beiden Seiten ausgehoben werden, was Kraft und Geschicklichkeit erfordert, um den ringförmigen Kern nicht zu zerbrechen.

E. Schiess benutzte in seiner Formmaschine eine gewisse Anzahl gleicher oder verschiedener Modellhälften, welche auf einer mit Drehkurbel versehenen Achse befestigt sind oder in normaler, d. h. zum Eingeformtwerden geeigneten Lage genau über das Modellbrett hervorsehen.

Der aufgesetzte Formkasten wird vollgestampft, abgestrichen, eventuell nach Einsetzen oder Ausziehen des Eingusses, und nun dreht man die ganze Achse der Modelle um 180° herum, wodurch die sämmtlichen Modellstücke aus der Form heraustreten und ähnlich wie rotirende Schablonen noch zum Glätten der Formenfläche beitragen. Natürlich ist eine vollkommen genaue Stellung der Modellhälften auf der Achse erforderlich und jede, auch die geringste Abweichung der Scheibenmittelebene von der Normalen zur Achse muss die Form zerstören.

Durch Anpassen gleicher Kasten an die verschiedenen Modellgruppen kann man mit relativ geringem Inventar auskommen, und die Erbauer

von Krahnen und anderen Hebezeugen u. s. w. vermögen von der Maschine Nutzen zu haben.

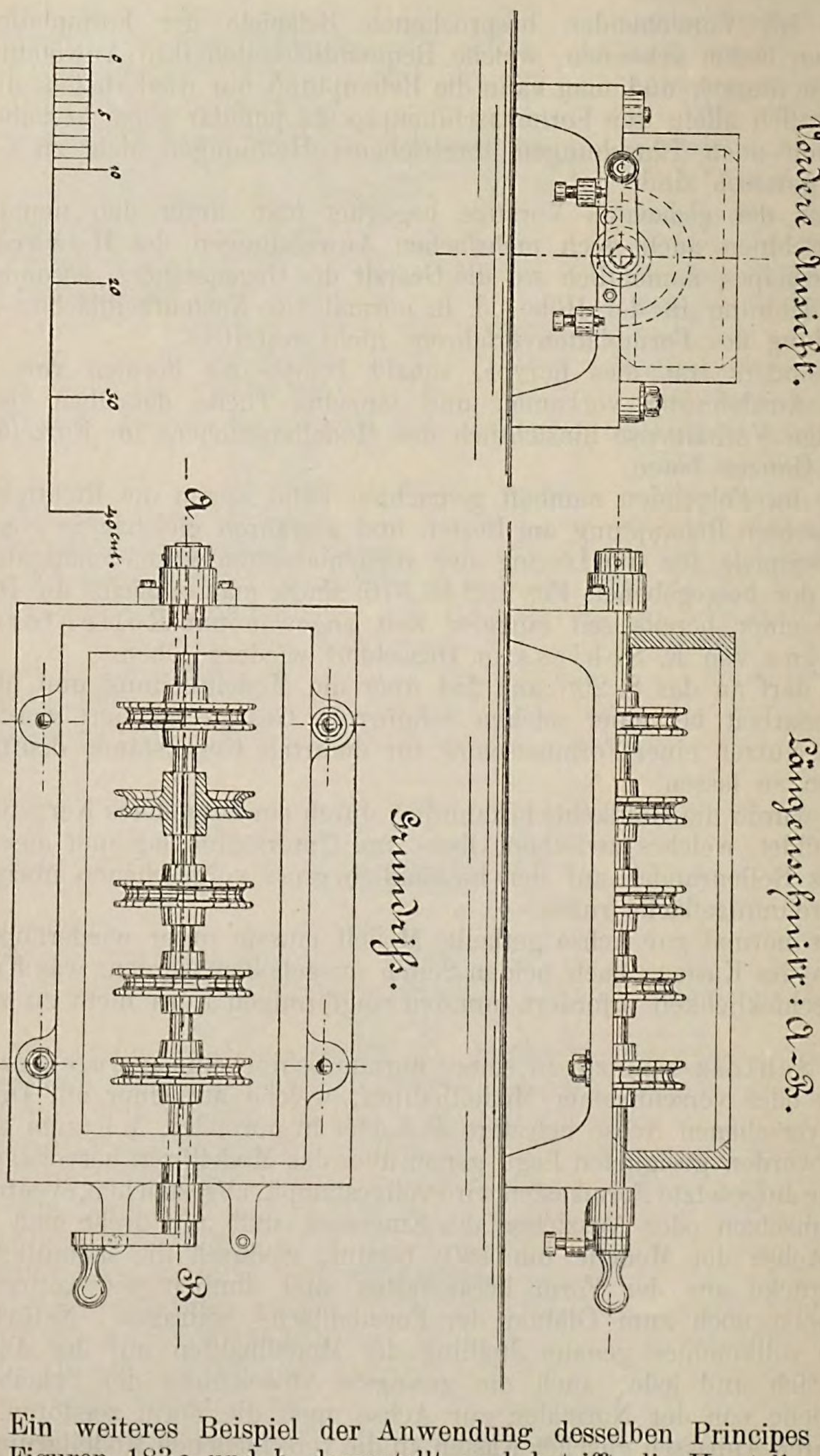


Fig. 182.

Ein weiteres Beispiel der Anwendung desselben Principes ist in den Figuren 183a und b dargestellt und betrifft die Herstellung von

Lagerklötzen für Eisenbahnfahrzeuge, bekanntlich ein sehr geläufiger Artikel im Eisengiessereibetriebe, da diese Stücke ziemlich ins Gewicht fallen und gern angefertigt werden.

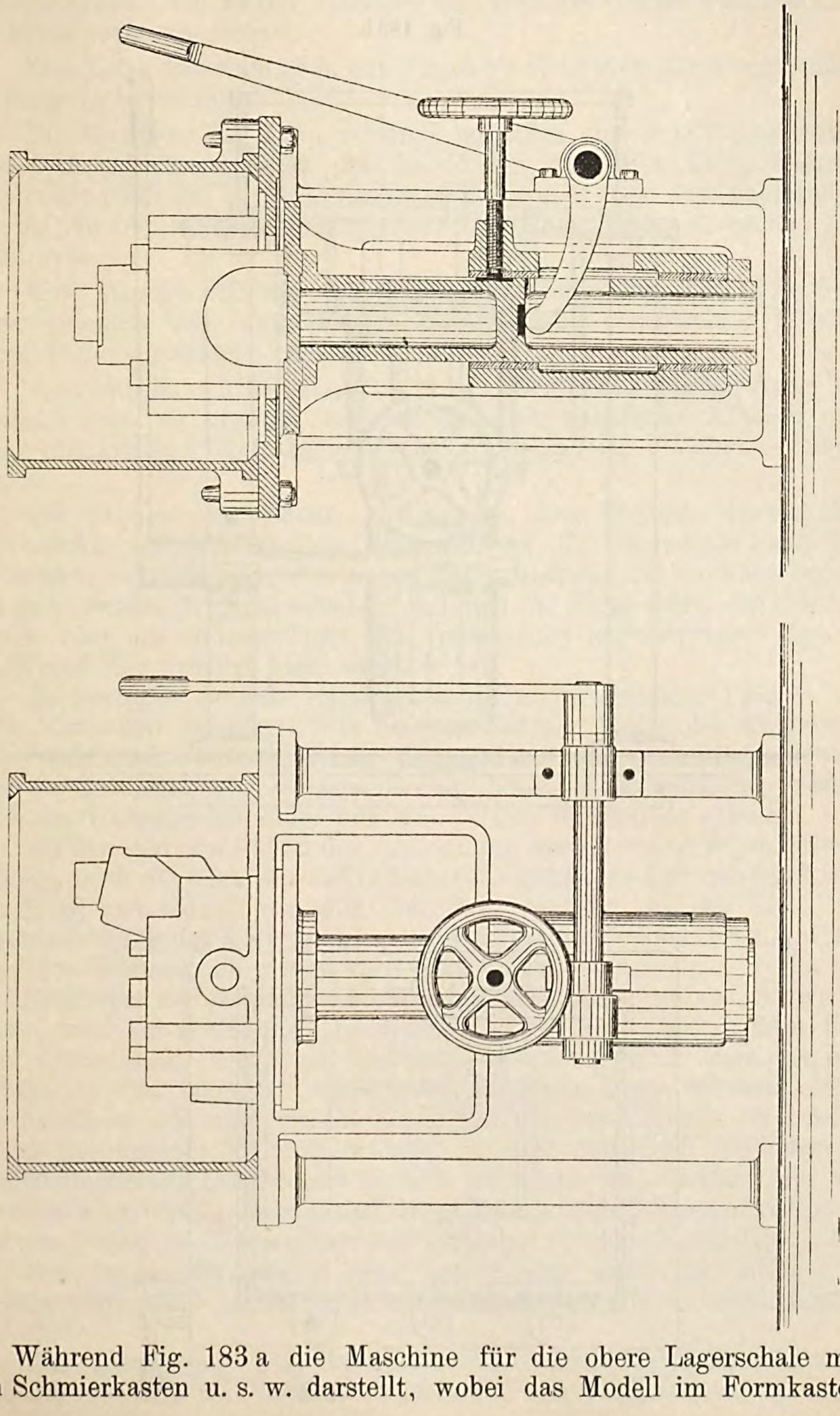
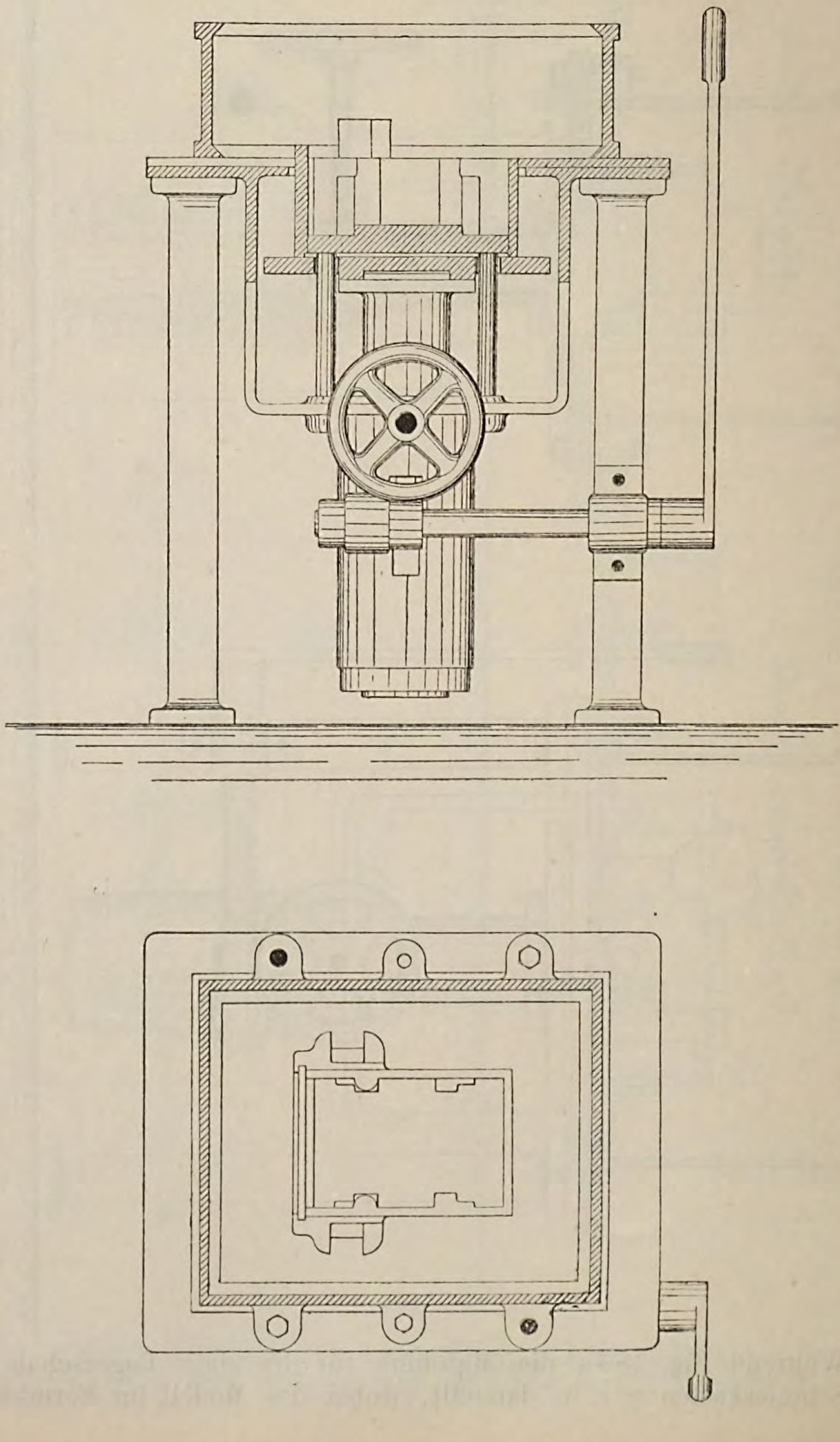


Fig. 183 a.

Während Fig. 183 a die Maschine für die obere Lagerschale mit dem Schmierkasten u. s. w. darstellt, wobei das Modell im Formkasten

selbst also gehoben erscheint, giebt Fig. 183b die Maschine für die Lagerunterhälfte wieder, aber mit gesenktem Modell, also in einer zum Abheben des Kastens geeigneten Lage.

Fig. 183b.



Der Bewegungsmechanismus ist in beiden Fällen derselbe, nämlich ein kräftiger, durch eine hinlänglich lange und kräftige Stopfbüchse geführter Kolben, auf dessen Zwischenwand durch einen Schlitz im Kolben sowohl wie in der Führung ein krummer Hebel wirkt, um ihn zu heben oder zu senken.

Zur festen Einstellung in der Formlage dient eine durch ein Stellrad bewegte Druckschraube.

Die Maschine Fig 183a verlangt natürlich eine solche Aufstellung, dass beim Abwärtsbewegen des das Modell tragenden Kolbens dessen Unterende nicht auf die Hüttensohle stösst, wie es nach den Abbildungen der Fall zu sein scheint, sondern einer Vertiefung begegnet, welche jenes aufnimmt.

Eine kürzere Führung erschien nicht zweckmässig, weil diese Oberlager ziemlich hohe Seitenflächen haben und bei schlechter Führung leicht Sand abgerissen werden würde.

Andererseits würde eine Erhöhung des Tisches ebensowenig vortheilhaft sein, da alsdann der den Sand aufstampfende Arbeiter nicht mehr mit gleicher Kraft zu arbeiten vermöchte, wie bei einem niederen Tische.

Die übrigen Einzelheiten erscheinen ohne Weiteres verständlich, nur möchte noch zu erinnern sein, dass bei der Oberschale Passstücke vorhanden sein müssen, die in der Form bleiben und nachher herausgezogen werden können, sobald, wie auch die Figur zeigt, der Schmierkasten oder ein anderer Theil theilweise derart hervorspringt, dass ein vertikales Herabziehen nicht möglich ist.

Es bestehen betreffs dieser Maschinen verschiedene Patente und auch Varianten derselben, die in verschiedener Weise die Aufgabe zu lösen suchten und auch lösten. Die meisten derselben sind erloschen und die Constructionen werden deshalb gern geheim gehalten, weshalb auch im vorliegenden Falle nur eine Skizze mittheilbar erschien.

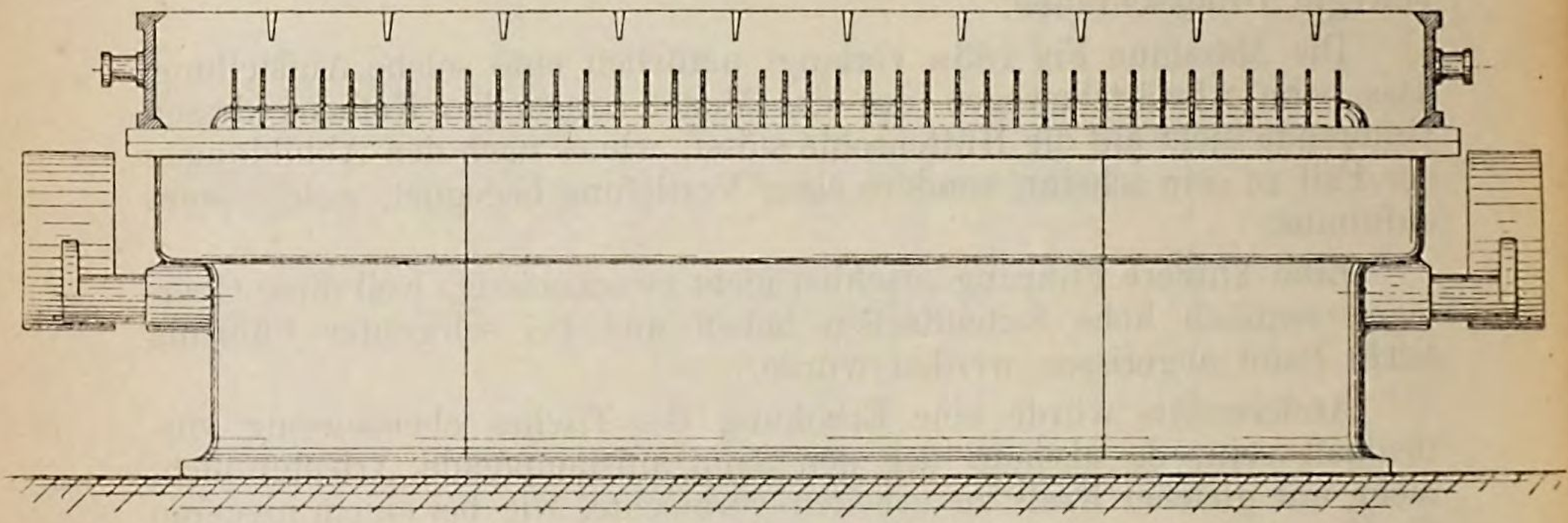
Zu den neueren Fällen der Anwendung des Howard'schen Princips gehören noch die jetzt sehr viel in Gebrauch stehenden Formmaschinen für Rippenheizkörper aller Art. Die schmalen, auf der Kern- oder inneren Leitung des Körpers sich erhebenden engstehenden Rippen, welche eben die Wärmestrahlung zu vermitteln haben, verursachen, wollte man die Heizkörper auf gewöhnlichem Wege herstellen, die grössten Schwierigkeiten, weil sie eben sehr eng stehen und im Verhältniss zu ihrer Höhe sehr schmal sind. Der Sand zwischen denselben würde herausgerissen werden, wollte man das Modell eines solchen Rippenkörpers einfach herausziehen, und man müsste die Rippen wie die Flansche bei gewöhnlichen Röhrenmodellen einfach lösbar machen und nach Ausheben des Modellstückes des Heizkörpers für sich entfernen. Das würde sehr zeitraubend aber doch unsicher sein, und zudem würden Rippeneinstellungen, wie sie jetzt angewendet werden können, überhaupt unmöglich sein, da diese engen Stellungen ganz entschieden unter die Erfolge der Maschinenformerei zu rechnen und ohne Maschinen nicht herstellbar sind.

Die Anordnung der Maschinen für solche Rippenheizkörper ist aus der Fig. 184 zu ersehen, woselbst a den Längsschnitt des Form-

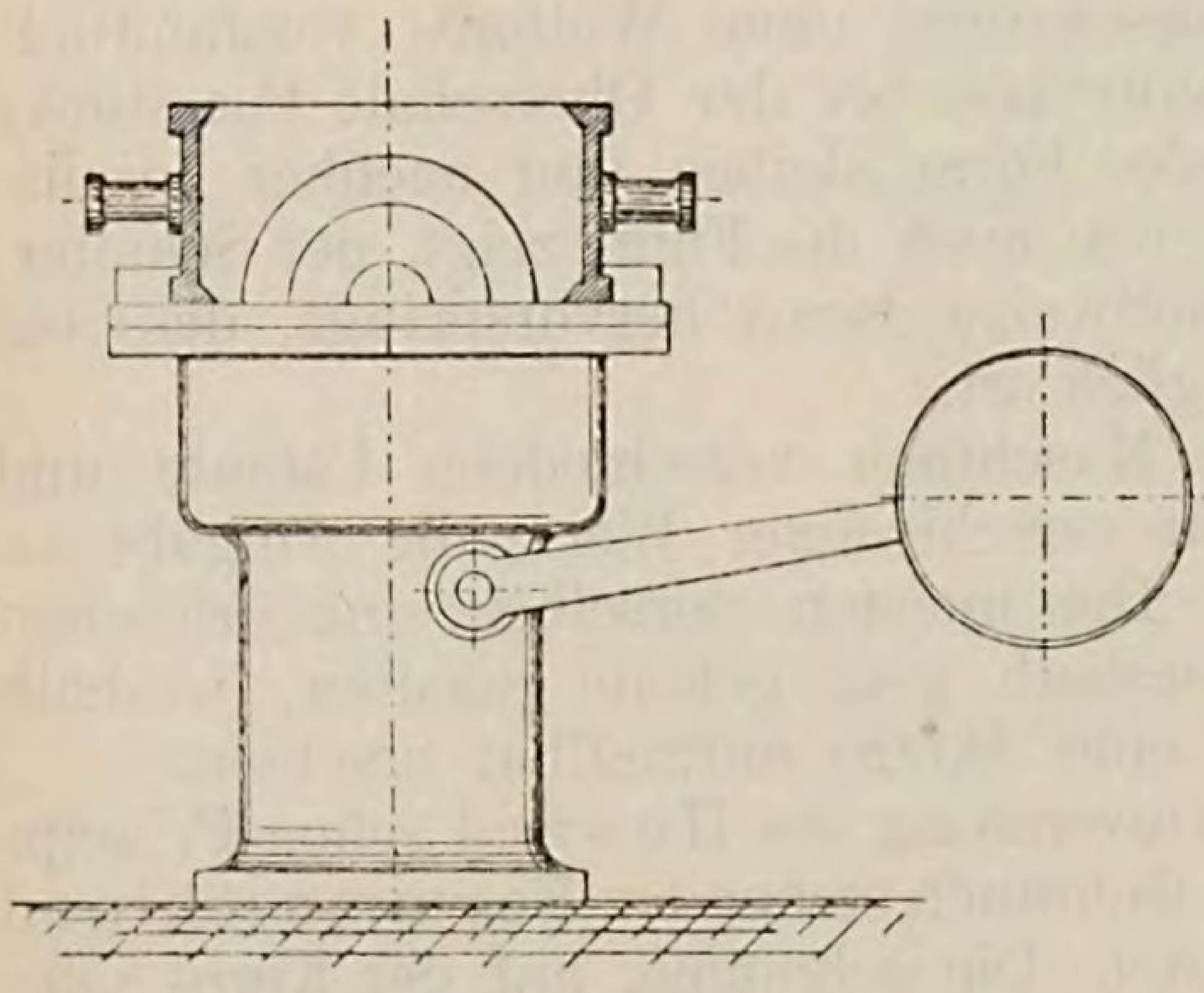
kastens in Verbindung mit der Längsansicht des Maschinengestelles zeigt.[1])

Auf Letzterem liegt sauber bearbeitet die Modellplatte mit aufgeschraubtem Modell des Heizrohres, aus welchem und um welches

Fig. 184.



a



b

herum die Rippenmodelle hervorragen, die beweglich sind und durch Rohrmodell und Modellplatte zurückgezogen werden können, wenn der Kasten vollgestampft ist.

Auch Kernmarken und Eingussläufe sind selbstverständlich auf der Modellplatte angebracht, und in dieser Hinsicht ist diese Maschine eigentlich eine Verbindung des Howard'schen und des Formplattenprincips. Auf dem Letzteren beruht die Benutzung eines festen Modells für Kernrohr und Eingüsse, von denen der Kasten manuell abgehoben wird, obschon hierfür auch eine Rückzugbewegung gedacht werden kann, die einzutreten hat, wenn die Rippen erst zurückgezogen sind.

Ein kräftiges Gegengewicht hält die Rippenmodelle in der Formlage fest, und beim Heben desselben senken sich die Ersteren, so dass eigentlich jede hastige Bewegung, welche die Form selbst gefährden könnte, gehemmt oder unmöglich wird.

An die geschilderten Vorrichtungen mag sich eine noch anschliessen, bei welcher auch Theile des Modells beweglich, d. h. zurückziehbar eingerichtet sind, während der andere Theil fest bleibt, aber beliebig verändert werden kann, um für grosse Stücke Modellkosten zu ersparen.

1) Die Skizze ist Herrn Ingenieur Zinzen von der Firma Habersang & Zinzen in Düsseldorf zu verdanken, welcher sicher jede Auskunft über die Leistung der Maschine ertheilen wird.

Die durch D. R. P. Nr. 13670 vom 27. October 1880 Eug. Clarenbach in Charlottenburg geschützte Formmaschine für Theile des eisernen Schachtausbaues (ausgegeben am 20. April 1881) bezweckt den Ersatz eines Modells durch Bildung zweier Aufstampfböden (für Ober- und Unterkasten) von beliebiger Krümmung unter Hinzunahme von hölzernen Lippenmodellen auf der Aussenseite, welche, senkrecht beweglich, durch Herablassen ihrer Basis aus der Form gezogen werden können.

Wie aus den Figuren 185 und 186 hervorgeht, welche die beiden zur Herstellung der Ober- und Unterkasten benutzten Maschinen dar-

Fig. 185.

a

b

c

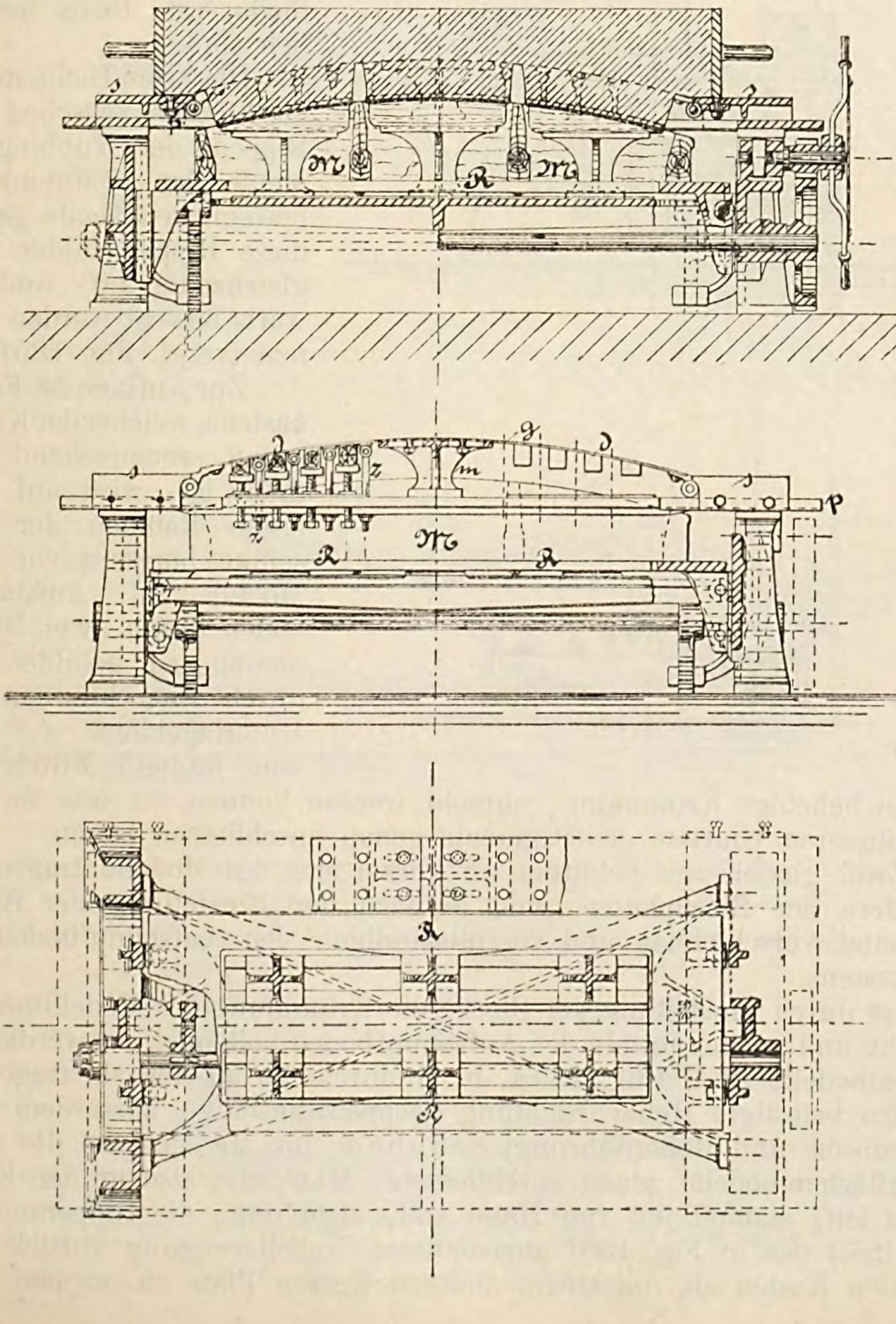
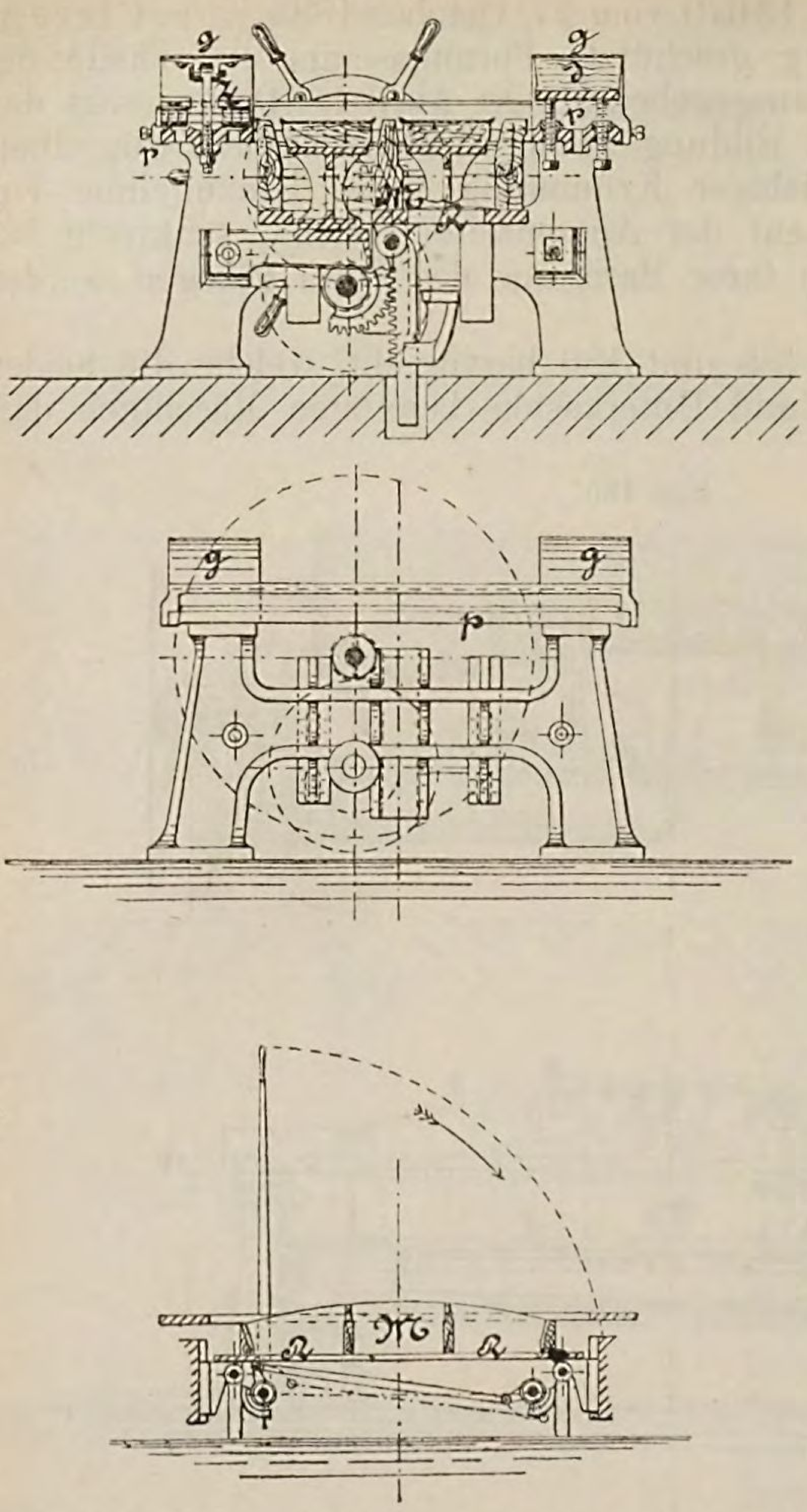


Fig. 185.

d

e

f



stellen, hat man es hier mit ziemlich verwickelten und daher auch kostspieligen Maschinen zu thun, welche sich nur bei bedeutenden Aufträgen in gleichen Abmessungen bezahlt machen dürften.

Die Modelle, d. h. die Flächenaufbauten bestehen aus Holztheilen, die mit Blech armirt werden und theils fest, theils beweglich sind.

Die festen Theile stellen die Flächen zwischen den Rippen der Tubbingsegmente dar, während die beweglichen Theile gerade diese Rippen bilden und gleichzeitig auf- und abwärts bewegt werden können (vergl. Fig. 185f).

Zur Auflage des Formkastens, welcher der Krümmung entsprechend getheilt ist, wird auf dem festen Rahmen der Maschine langseits vor dem Modell ein Aufstampfboden durch zwei Blechplatten *g g* gebildet, die durch Zugschrauben *z z*, Unterlageklötze *d d* und eine breitere Mittelstütze in jede beliebige Krümmung gebracht werden können, so dass sie sich dem äusseren Umrisse des Segments genau anschliessen lassen.

Zwei gusseiserne Schlitten *s s* kurzerseits des Modells tragen die Charniere der Blechplatten, sind je nach der Einstellung der Bleche horizontal verschiebbar und vervollständigen den Aufstampfboden des Oberkastens.

Ist durch Einstellung der Bleche die Krümmung des Modellumrisses erreicht und solchergestalt der Aufstampfboden vollendet, so werden die Rippenmodelle *M M* (Fig. 185a, b, f) durch die an den sie tragenden Rahmen befestigte Hebevorrichtung (Doppelzahnstange, ausserdem noch prismatische und Rollenführung) gehoben, bis sie sich an die sechs Felderflächenmodelle genau anschliessen. Man setzt alsdann den Formkasten auf, stampft ihn von Hand voll, zieht dann die Rippenmodelle vermittelst der in Fig. 185f angedeuteten Hebelbewegung zurück und hebt den Kasten ab, um einem anderen Kasten Platz zu machen.

Die in den Figuren 186 a—e dargestellte Formmaschine für den Unterkasten hat ebenfalls einen aus zwei langseitig angebrachten Blechen oder zwei Schlitten mit Charnieren bestehenden Aufstampfboden.

Das Modell für diesen Kasten trägt die innere Fläche des Segments und die Aussenflächen der dasselbe umgebenden oder begrenzenden Rippen.

Es besteht aus einem concav eingestellten Blech $g_1\ g_1$, das an zwei radial dazu gestellten Gusseisenplatten befestigt ist, die nun ihrerseits wiederum in ähnlicher Weise wie bei der anderen (Oberkasten-)Maschine durch Charniere mit dem Schlitten *s s* verbunden sind.

Fig. 186.

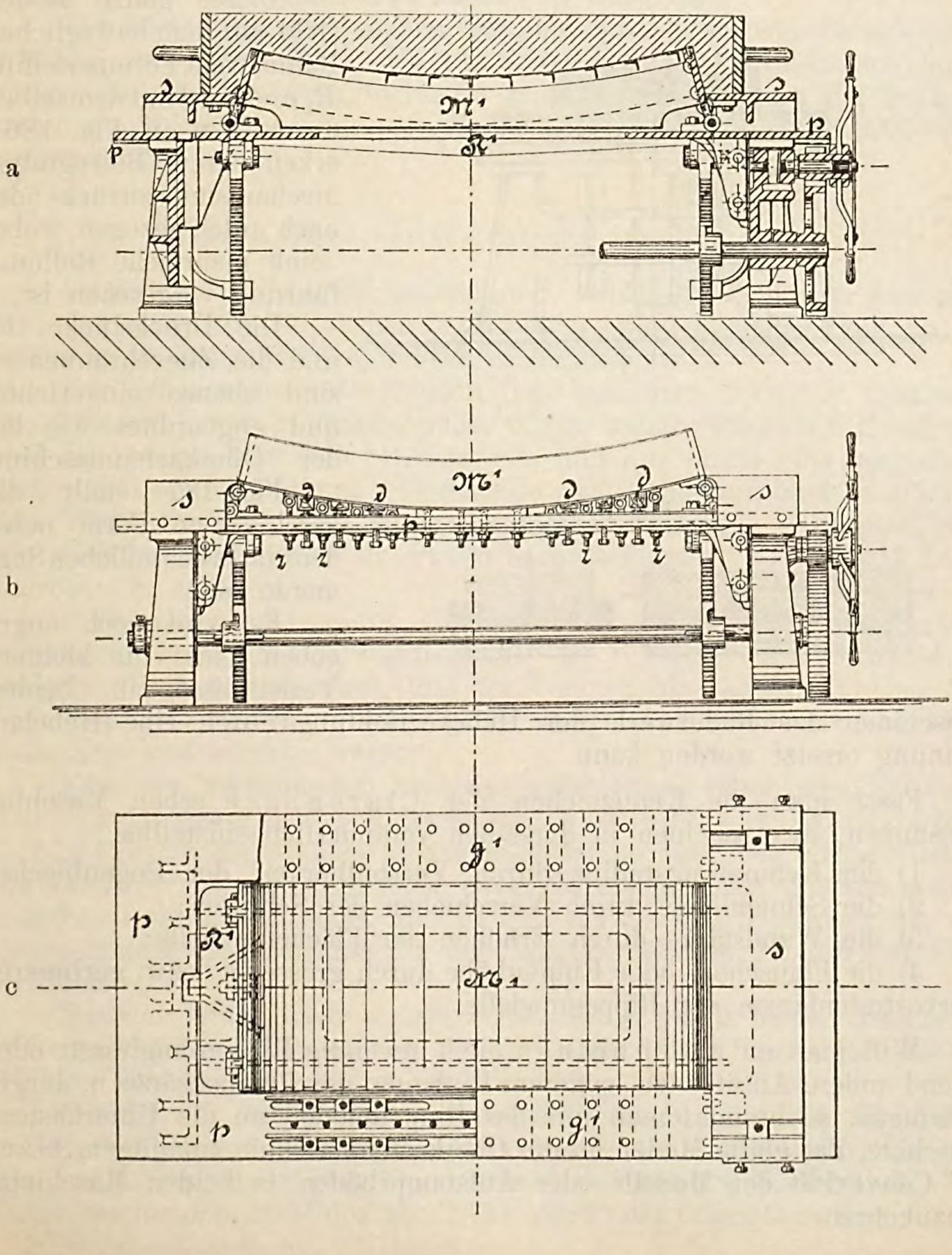
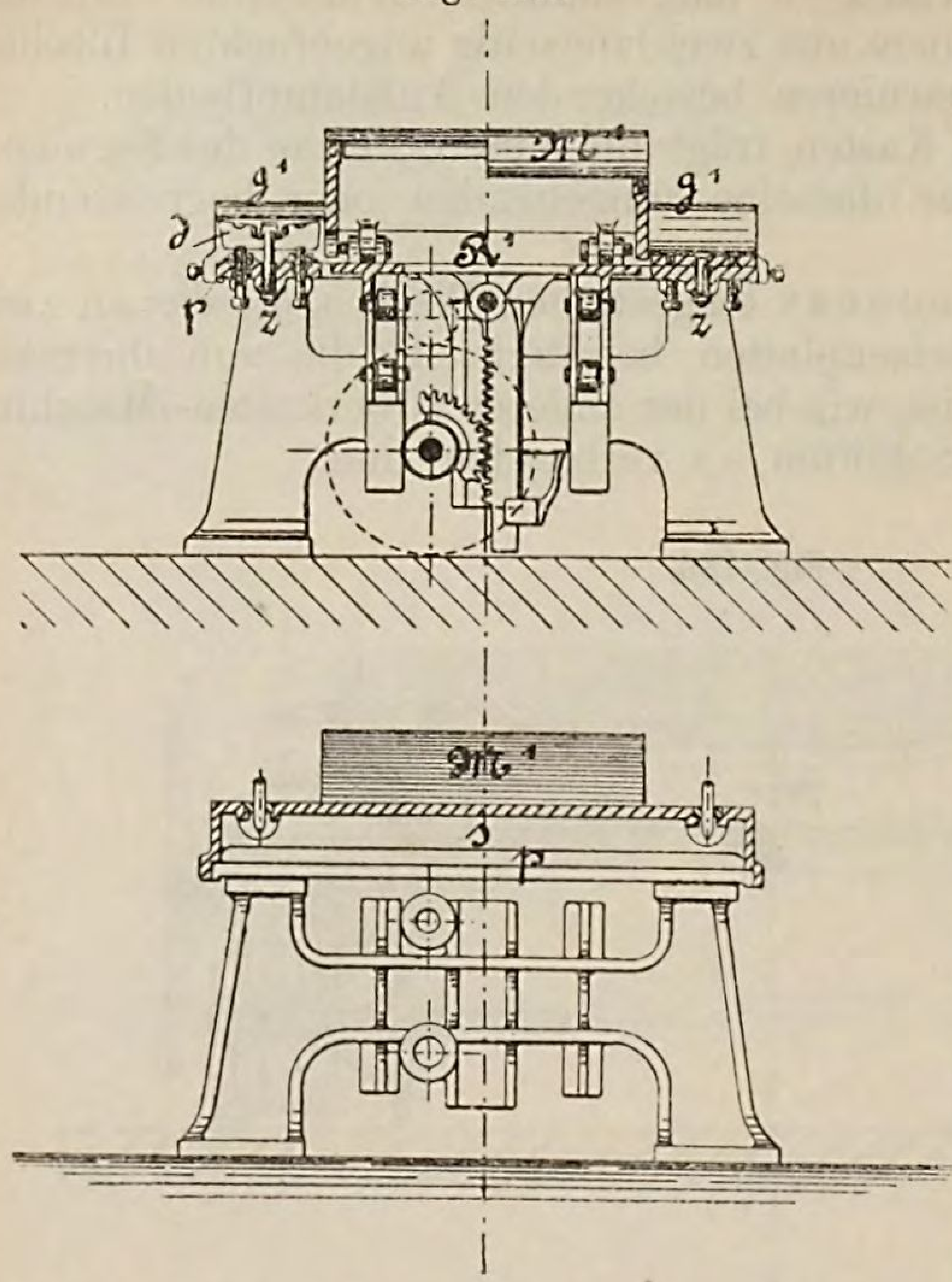


Fig. 186.



d

e

Diese Schlitten, durch Stellrad beweglich, bilden die Schmalseiten des Aufstampfbodens, während die später beim Aufbau des Schachtes horizontal zu liegen kommenden Begrenzungsflächen des Segments durch schablonenartig ausgeschnittene Gusseisenplatten gebildet werden.

Dieses ganze Modell steht auf dem beweglichen Rahmen der Formmaschine R_1 und wird mit demselben durch den in Fig. 186 d erkennbaren Bewegungsmechanismus zurück- oder nach unten gezogen, wobei eine mehrfache Rollenführung vorgesehen ist.

Die Druckstücke *d d* und die Zugschrauben *z z* sind ebenso eingerichtet und angeordnet wie bei der Oberkastenmaschine.

Fig. 187.

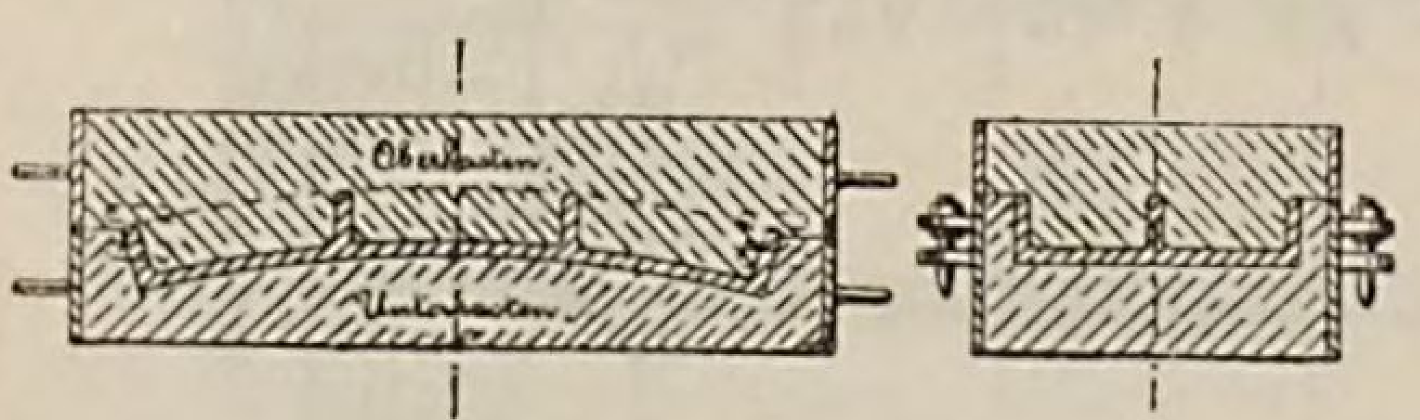


Fig. 187 stellt die geschlossene Form nebst dem darin befindlichen Segmente vor.

Es wird noch angegeben, dass für kleinere Verhältnisse in beiden Maschinen das Räderwerk der Hebevorrichtung durch eine Hebelanordnung ersetzt werden kann.

Fasst man die Kennzeichen der Clarenbach'schen Maschine zusammen, so erscheinen in derselben veränderlich einstellbar:

1) der Krümmungsradius durch Verstellbarkeit der Bogenbleche;
2) die Sehnenlänge durch Verschieben der Schlitten;
3) die Wandstärke durch Erhöhen der Flächenmodelle;
4) die Flanschen- oder Rippenhöhe durch grösseres bezw. geringeres Hervortretenlassen der Rippenmodelle.

Will man an die Tubbings auch inwendig Rippen angiessen oder irgend andere Ansätze (zu späterem Einbauen der Pumpensätze u. dergl.) anbringen, so braucht man nur das Rippenmodell an die Unterkastenmaschine, das glatte Modell an die Oberkastenmaschine anzufügen, bezw. die Convexität der Modelle oder Aufstampfböden in beiden Maschinen umzukehren.

Als Patentanspruch macht der Erfinder geltend:

„1) Die verschiebbaren Schlitten *s*, combinirt mit den Bögen gg^1, zum Zwecke der Bildung eines Aufstampfbodens, passend für Tubbings verschiedener Grösse und Gestalt;

2) die durch Charniere mit den Schlitten *s* verbundenen Blechbögen *g*, combinirt mit je einem Fuss *m*, sowie mit Zugschrauben *z* und Druckklötzen *d*, welche Theile eine sichere Feststellung der Bögen *g* für jede Tubbingform bezwecken;

3) die die Formkastenführung enthaltenden Gleitstücke *G*, welche sich in Nuthen der verschiebbaren Schlitten *s* bewegen und durch Klemmschrauben festgestellt werden können;

4) in Verbindung mit dem auf und nieder beweglichen Rahmen ***R*** bezw. R^1 ein auswechselbares Modell ***M*** bezw. M^1."

Die Bedeutung einer solchen Formmaschine kann dadurch beleuchtet werden, dass man anführt, wie 1 m Schachtausbau bei mässigem Durchmesser 25—40 derartiger Segmente enthalten kann, mithin also Schächte von nur mässiger Ausdehnung, z. B. in nur 80 m Mergeltiefe bis 3200 Stück erfordern **können.**

Formmaschinen für verschiedene Zwecke.

Unter den übrigen Formmaschinen, welche gleichen oder ähnlichen Princips sind wie die vorher betrachteten, sind folgende noch zu erwähnen, die ganz bestimmte Formen herstellen.

Der Geschirrguss, der bekanntlich besonders früher in namhafter Ausdehnung betrieben wurde, nahm wegen seiner zahlreichen Handgriffe viel Zeit oder Arbeitskraft in Anspruch, und nur durch eine langjährige einseitige Uebung und eine weitgehende Arbeitstheilung blieb es möglich, den Wettbewerb mit den immer häufiger auftretenden Blechgeschirren, die nach und nach auch im Preise heruntergingen, eine Zeit lang aufrecht zu erhalten.

Dass man zur besseren Ueberwindung der kritischen Lage alles aufwandte, um die Leistungsfähigkeit der Giesserei und Formerei zu steigern, erschien begreiflich, und der Versuch, Maschinen zum Geschirrformen zu verwenden, musste Erfolg versprechen, wenn die Maschinen brauchbar und einfach waren.

Eine der grössten sich noch mit Geschirrguss abgebenden Fabriken, die Marienhütte bei Kotzenau in Niederschlesien, früher Schlittgen & Hase, liess sich eine Maschine zum Geschirrguss durch das Patent Nr. 11 487 (ausgegeben am 8. November 1880) schützen, welche manches Interessante bietet und in Fig. 188 a und b dargestellt ist, von denen erstere die Maschine für den Mantel, letztere die für den Kern abbildet.

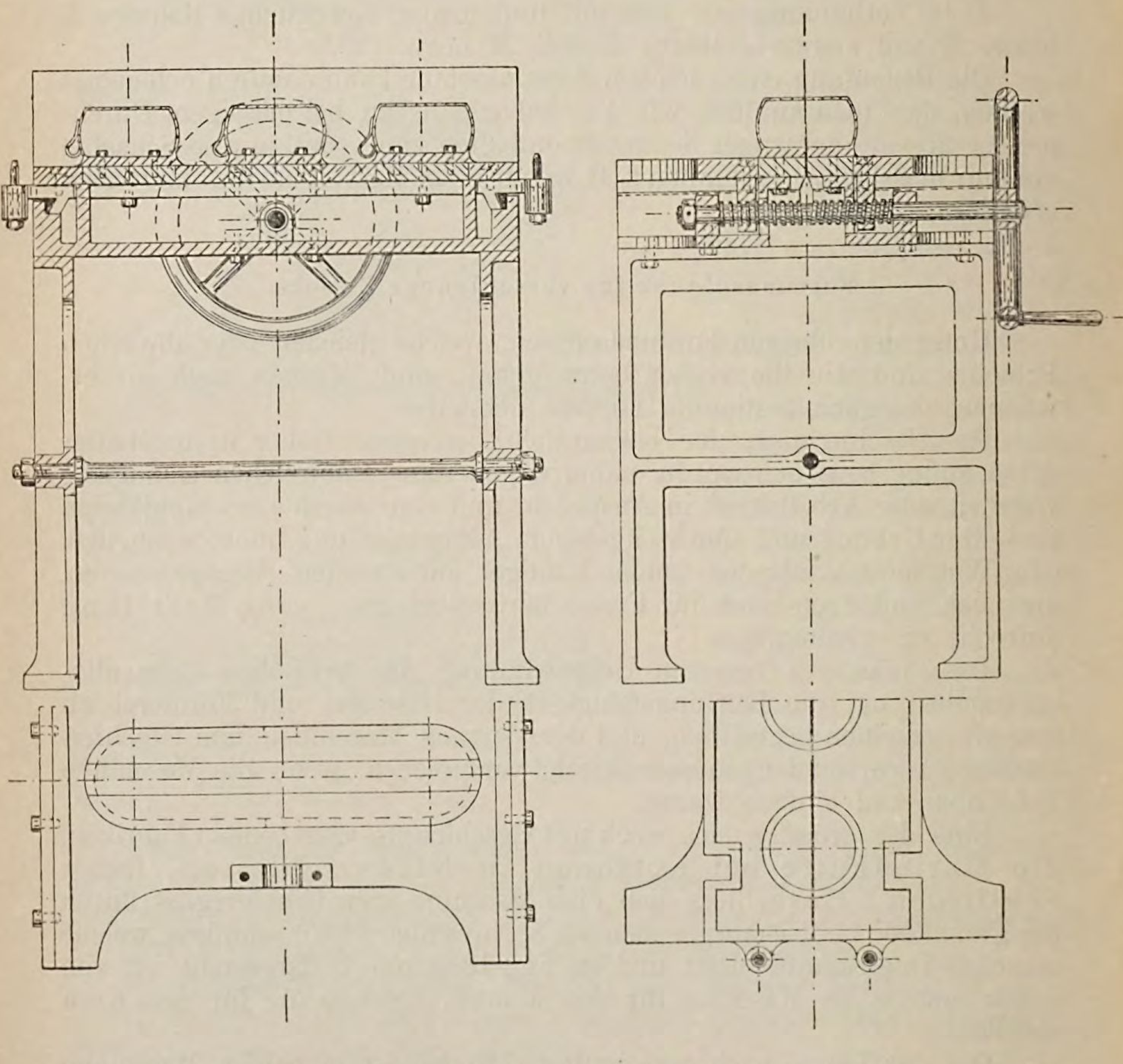
Das der Länge nach zerschnittene Modell ist in beiden Maschinen auf eingetheilter Formplatte so besetzt, dass deren Theilungsebene mit der des Modells vollkommen zusammenfällt.

Bei der für den Mantel bestimmten Formmaschine Fig. 188 a steht das Modell (in drei Exemplaren vorhanden), den Boden nach oben gewendet, auf der Modellplatte, während es bei der für die Kernhälfte der Form bestimmten Maschine Fig. 188 b durch die Formplatte durchhängt.

In beiden Fällen wird die zweitheilige Form- oder Modellplatte durch eine Spindel mit zweierlei Gewinden, einem rechts- und einen linksgewundenen, bewegt, doch verläuft die Bewegung in beiden Fällen verschieden.

Bei der Mantelformmaschine Fig. 188a bleibt das Modell auf einem festem Theile der Formplatte stehen und nur der mittelst eines dünnen, zwischen die Modellhälften geklemmten Bleches auch im Sand getheilte Formkasten wird rechts und links ab-

Fig. 188a.



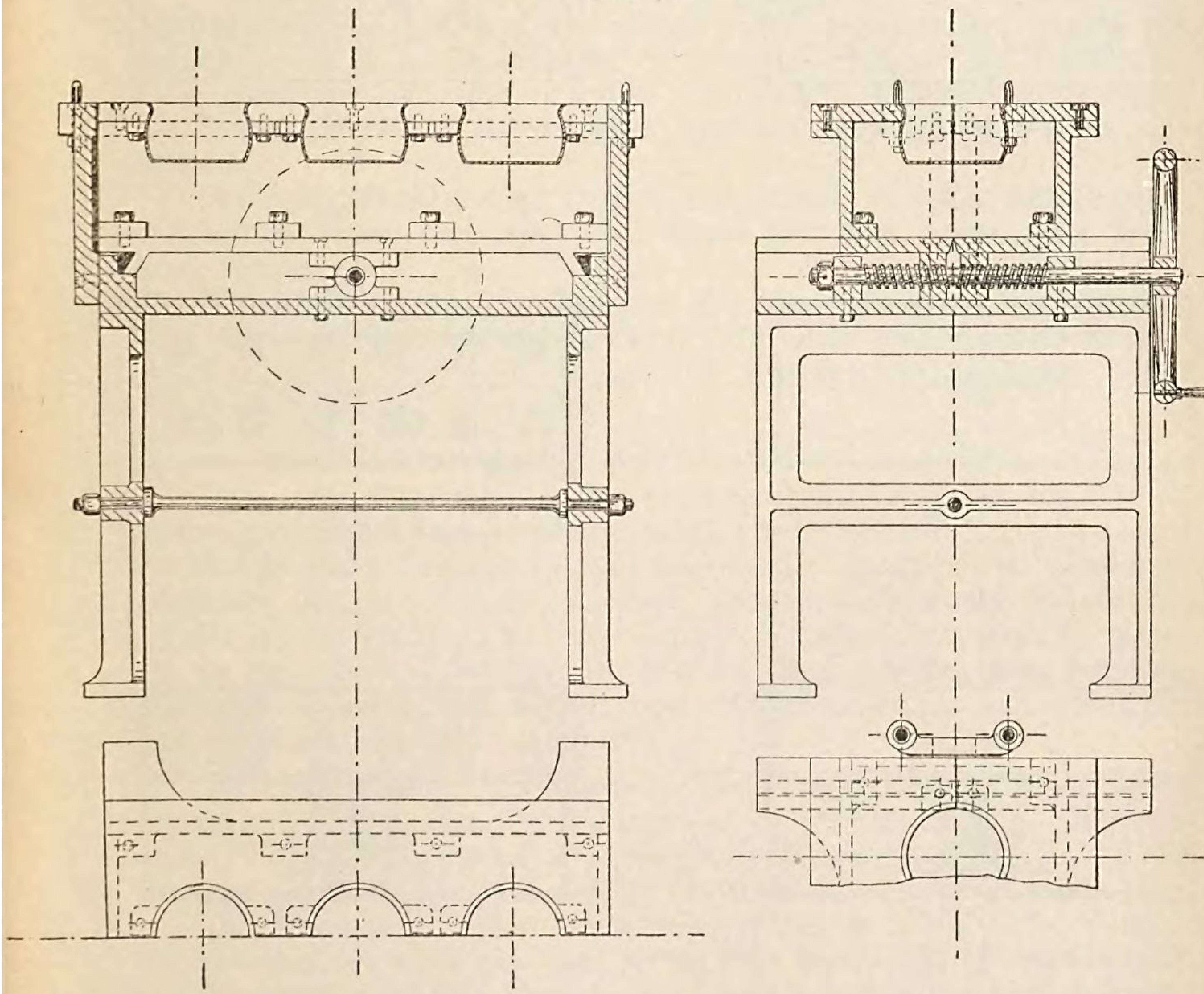
gezogen und wird nach dem Abheben auf dem anderen Kasten wieder zusammengesetzt.

Bei der Kernformmaschine ist der Kasten natürlich ungetheilt, und es werden die Modellhälften unter dem ruhig bleibenden Formkasten nach rechts und links weggeschoben, bis man den Kasten, ohne die Kerne zu gefährden, abheben kann.

Patentanspruch:

„Maschinen zum Formen von Poterien mit aus zwei Hälften bestehenden, horizontal auseinander- und zusammenschiebbaren, horizontalen Formtischen, welche bei der Mantelformvorrichtung dem feststehenden Modell bis zum Zusammenstoss der Tischhälften genähert und, nachdem die Form in dem vertikal zweitheiligen Formkasten eingestampft, wieder so weit von diesem entfernt werden können, um den Formkasten abheben zu können, und an welchem bei der entsprechenden Kernformvorrichtung die Hohlform für den Kern gleichfalls in zwei

Fig. 188 b.



Hälften getheilt an den Formtischhälften befestigt ist und mit diesen zusammen- und auseinandergeschoben werden kann."

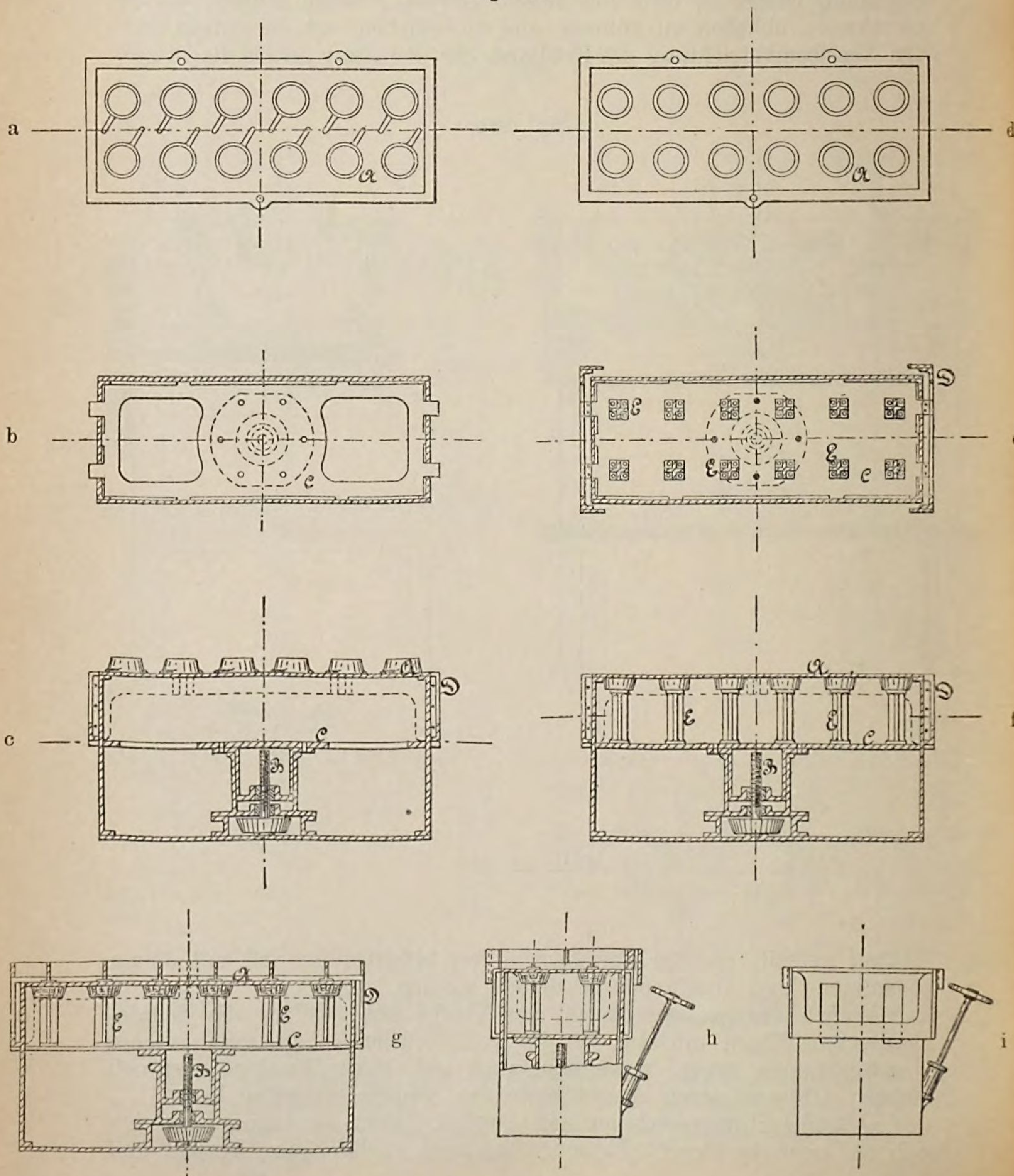
Wegen der grossen Anzahl von Topfgrössen, welche die Poteriegiessereien führen müssen, ist das erforderliche Anlagekapital solcher Maschinen sehr gross, wenn man auch auf einer Maschine eventuell mehrere Grössen durch Auswechseln der Modelle herstellen kann.

Dasselbe Hüttenwerk hat ein zweites Patent genommen, welches sich auf conische Geschirrformen, ohne jede Ausbauchung, bezieht und

eine noch grössere Anzahl von Modellen auf der Formplatte vereinigt hat, als im vorher geschilderten Falle geschehen war. Das Patent trägt die Nr. 15489 und ist am 29. September 1881 ausgegeben worden.

Wie im vorigen Falle, sind zwei Maschinen für die beiden Kastenhälften vorhanden, welche in den Figuren 188a, b, c, d, e, f, g, h, i dargestellt sind.

Fig. 188.



Die Modellplatte *A* der einen Maschine a, b, c trägt die Modelle (kleine Tiegel mit geradem Stiel) und bleibt nach dem Aufstampfen des Formkastens ruhig liegen, während der Letztere auf einem Rahmen ruht, welcher die obere Hälfte des Gestells umgiebt und mittelst einer Schrauben- und Conusbewegung gehoben werden kann, die durch ein an der einen Langseite heraufragendes Stellrad bewegt wird.

Dadurch wird der Formkasten von der Modellplatte einfach abgelöst.

Beim Formen der Kerne, Maschine Fig. 188d, e, f, g, h, hängen natürlich die Sandmassen derselben abwärts und können entweder leicht abreissen oder bei zu festem Stampfen in den formgebenden Vertiefungen der Modellplatte hängen bleiben.

Daher sind bei dieser Maschine in jeder Kernform lose Böden vorhanden, welche mit dem den Formkasten aufnehmenden, durch die Schrauben- u. s. w. Verbindung zu hebenden Rahmen im Zusammenhang construirt sind und mit dem Formkasten zugleich sich bewegen, die Kerne unterstützend und jedes Abreissen oder Hängenbleiben verhütend.

Zu dem Behufe ist ein System von Stützen *EE* mit dem Rahmen *CD* (citirte Figur) verbunden, von denen jede dem Boden einer Kernform entspricht.

Hinsichtlich des Kostenpunktes gilt für diese Maschine dasselbe, was für die erstangeführte bemerkt wurde. Ein sehr bedeutendes Maschineninventar würde die Folge der allgemeinen Annahme dieses Arbeitsprincipes geworden sein.

Der Patentanspruch selbst lautet:

„An einer Formmaschine zur gleichzeitigen Herstellung der Formen mehrerer conischer Kochgeschirre und ähnlicher Handelsgusswaaren die Modell- bezw. Kernplatte *A*, auf welcher die Formkasten mit Sand ausgestampft und von welcher Letztere alsdann mittelst der Schraubenspindel *B*, der Platte *C* und des Rahmen *D* abgehoben werden, wobei die an der Platte *C* festsitzenden Stützen *E* die Kerne beim Anheben des entsprechenden Formkastens noch besonders tragen und so sicher aus der Kernformplatte zu lösen."

Im unmittelbaren Anschlusse an das Gesagte mag auf eine andere Formmaschine für Poterieguss hingewiesen werden, welche seiner Zeit John Vernon Hope zu Wednesbury (England) unter Nr. 22772 patentirt wurde (ausgegeben am 18. Juli 1883).

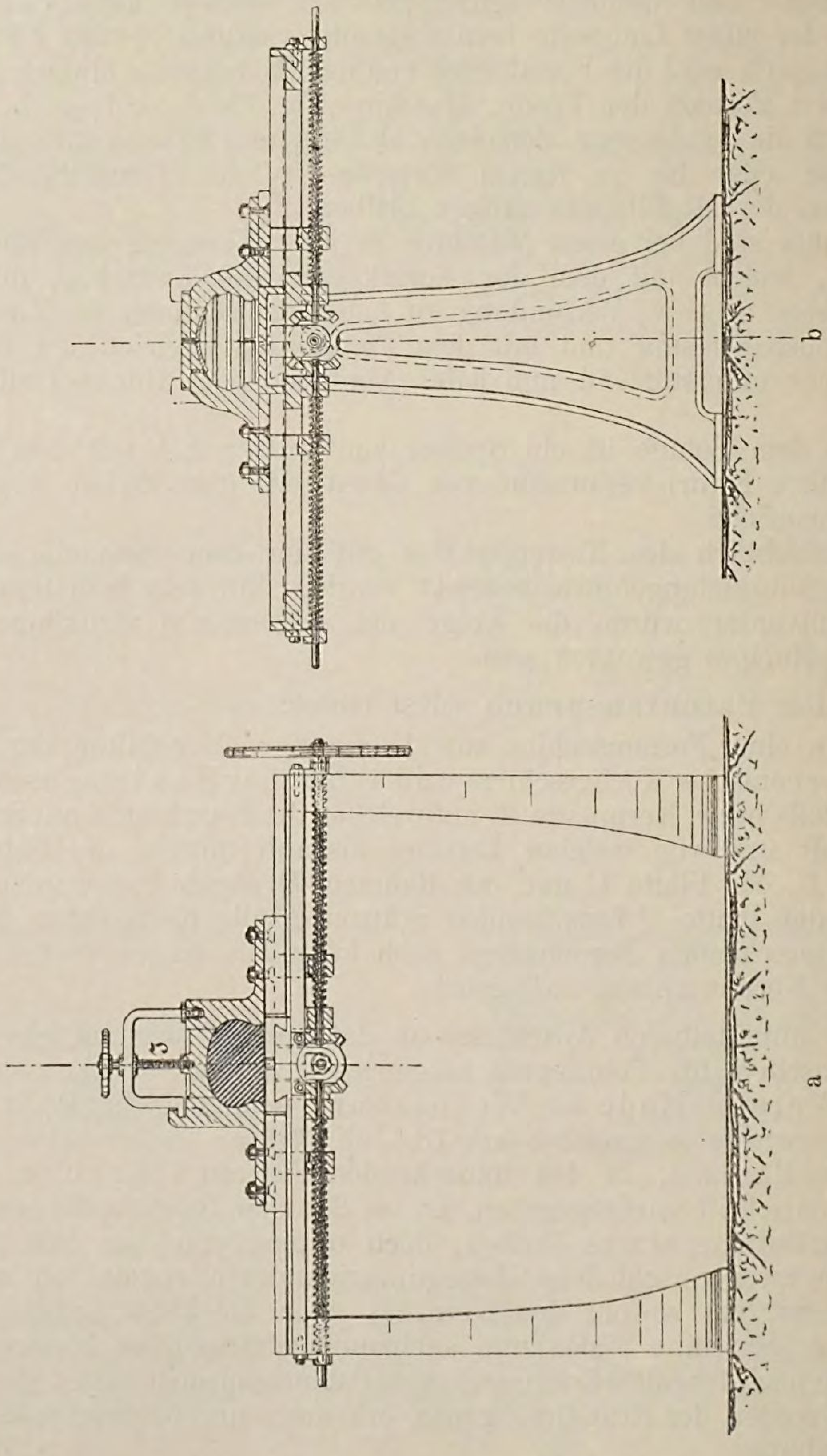
Die Maschine, in den umstehenden Figuren 189a, b, c, d nach der Patentschrift wiedergegeben, ist im Bau der Bauchtopfformmaschine von Marienhütte etwas ähnlich, doch unterscheidet sie sich dadurch, dass sie zwei verschiedene Bewegungsrichtungen normal zu einander einschliesst, um sowohl den Kern als auch die Form selbst auf den Tisch der Maschine bilden und aneinanderschliessen zu können.

Die nachstehend wiedergegebenen Patentansprüche lassen die Eigenthümlichkeiten der Erfindung genau erkennen und ersetzen jede weitere Beschreibung.

Sie lauten: „1) Das Verfahren, Formen für Hohlguss zu bilden, welches darin besteht, dass der Sandkern in einem senkrecht getheilten Kernformkasten gepresst, der Formkasten dann zurückgezogen

und endlich mittelst derselben Maschine die beiden Hälften der ebenfalls getheilten Form zusammengeschoben werden;

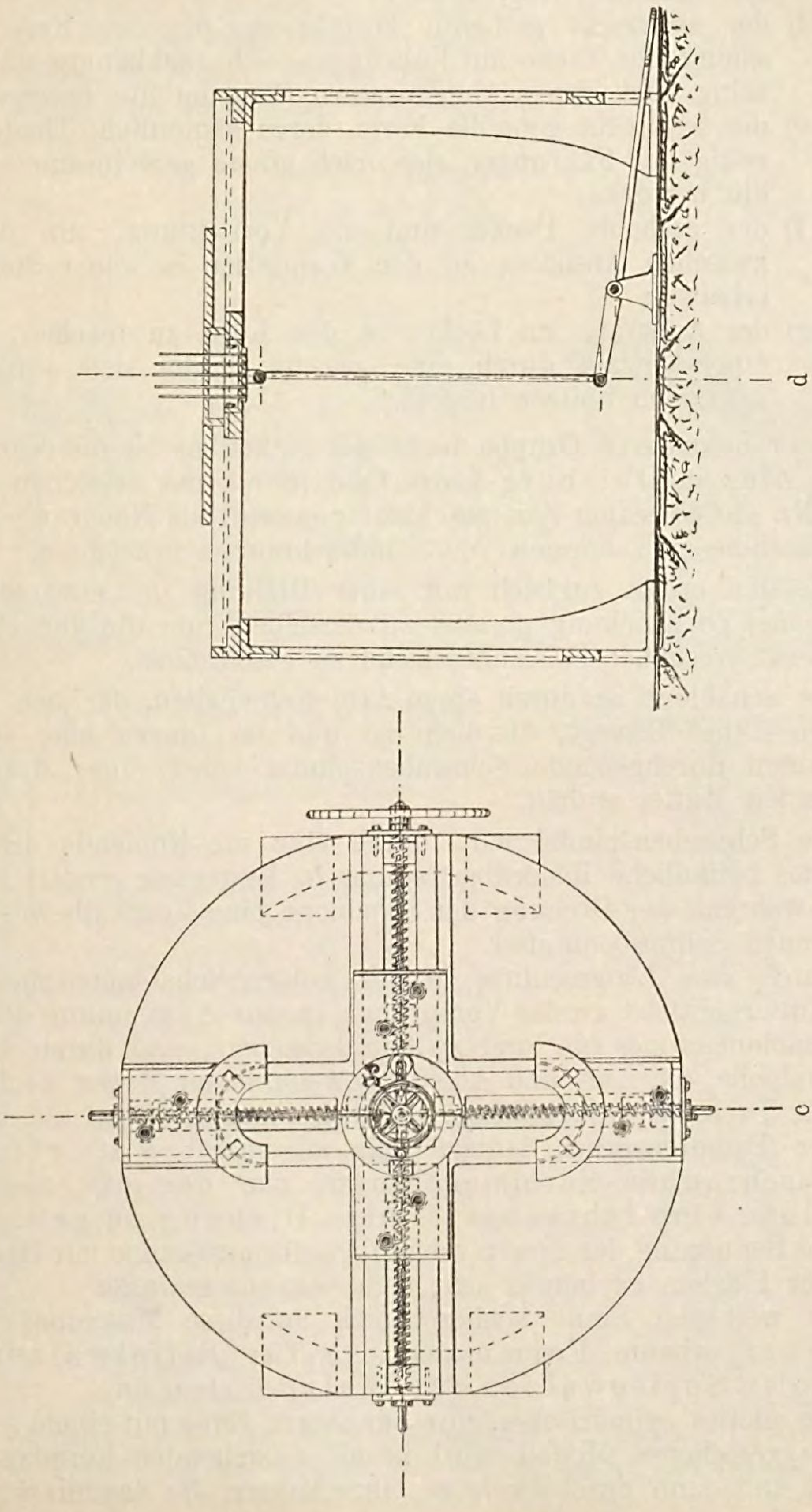
Fig. 189.



2) die zum Formen dienende Maschine, bei welcher die wesentlichen Theile folgende sind:

a) die vom Centrum der Form ausgehenden Führungen, welche die Form und den Formkasten für den Kern (wenn ein solcher nöthig ist) tragen;

Fig. 189.



b) die Schrauben zum Bewegen der Form und der Kernformkasten, die mit einander so in Verbindung stehen, dass sie gleichzeitig wirken;
c) der Kolben *I*, um den Sand im Kernformkasten zu comprimiren, und in Verbindung damit der bewegliche Bügel *H* mit Schraube (Fig. 189a);
d) der senkrecht getheilte Formkasten für den Kern, dessen sämmtliche Theile auf Führungen sich unabhängig und gleichzeitig nach einem gemeinsamen Centrum hin bewegen;
e) die senkrecht getheilte Form, deren sämmtliche Theile gleichzeitig auf Führungen sich nach einem gemeinsamen Centrum hin bewegen;
f) der getheilte Deckel und die Vorrichtung, um denselben zwischen Ansätzen an den Formseiten in seiner Stellung zu erhalten;
g) der Apparat, um Löcher in den Kern zu machen, der aus einer Anzahl durch eine gelochte Platte sich aufwärts bewegenden Spitzen besteht."

Einer besonderen Gruppe nicht gut zutheilbar ist die Vorrichtung von H. Zinz in Duisburg-Hochfeld (durch das erloschene Reichspatent Nr. 19643 seiner Zeit geschützt gewesen) als Neuerung an einer Formmaschine zum Formen von Schiffsschrauben bezeichnet.

Dieselbe erhält zugleich mit einer Drehung um eine senkrechte Achse eine Verschiebung parallel zu derselben, um die den Propellerflügeln entsprechende Schraubenfläche zu beschreiben.

Die Schablone ist durch einen Arm festgehalten, der sich um eine vertikale Achse bewegt, die hohl ist und im Innern eine von oben nach unten durchgehende Schraubenspindel nebst einer darauf sich bewegenden Mutter enthält.

Die Schraubenspindel wird durch eine am Kopfende des ganzen Apparates befindliche Räderübertragung in Bewegung gesetzt und vermittelt während der Drehung der Schablone eine Vertikalbewegung der betreffenden Schraubenmutter.

Durch zwei Längsschlitze in der hohlen Schablonenspindel greift diese Mutter mittelst zweier Vorsprünge in eine Ausdehnung des Ringes des Schablonenarmes ein und zwingt denselben, und durch denselben die Schablone, die Auf- und Abwärtsbewegung der Mutter nach maassgebender Drehung mitzumachen. (Vergl. Figuren 190a und b.)

Der Patentanspruch lautete sehr allgemein: Vorrichtung an Schiffsschrauben-Formmaschinen, um der eingespannten Schablone eine schraubenförmige Drehung zu geben.

Die Benutzung der Scott'schen Räderformmaschine zur Herstellung ähnlicher Flächen ist bereits sehr früh bekannt gewesen.

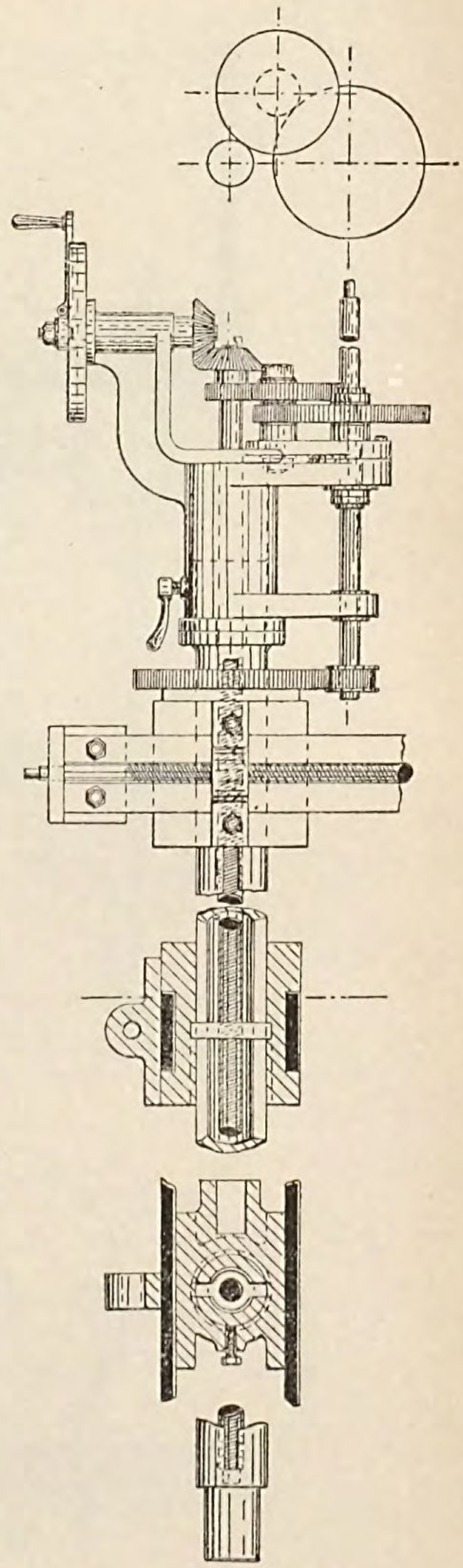
Im weitesten Sinne schliesst sich an diese Maschine eine von Guhrauer erbaute Formmaschine für Riffelwalzen oder geriffelte Speisewalzen für Walzmühlen an.

Ein glattes cylindrisches, nur am oberen Ende mit einem geriffelten Ansatze versehenes Modell wird in einen stehenden Formkasten eingeformt und dann durch Drehung einer Mutter, die das mit Schrauben-

gewinde versehene Ende des Modells umfasst, das Letztere nach unten herausgezogen.

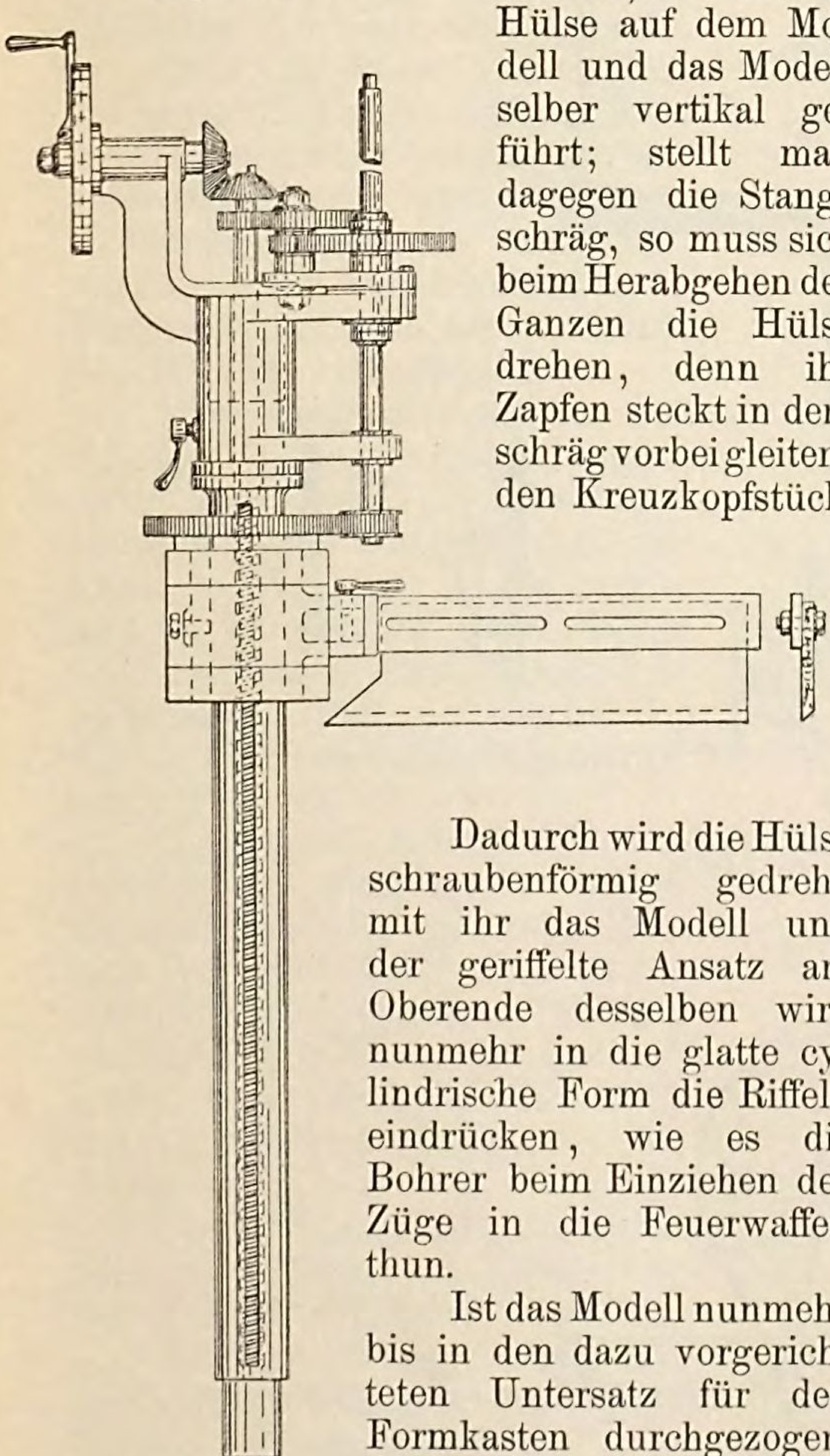
Am Unterende des cylindrischen Theiles von demselben ist eine Hülse aufgesteckt und befestigt, die mit einem Zapfen seitlich in einem Kreuzkopffalzstücke gleiten kann, das wiederum eine cylindrische Führungsstange umschliesst, die oben in einem Charnier aufgehängt, unten in einem verschiebbaren Gleitstück steckt und so in ihrer Lage verstellbar ist.

Fig. 190b.



Steht die Stange vertikal, so wird die Hülse auf dem Modell und das Modell selber vertikal geführt; stellt man dagegen die Stange schräg, so muss sich beim Herabgehen des Ganzen die Hülse drehen, denn ihr Zapfen steckt in dem schräg vorbei gleitenden Kreuzkopfstück.

Fig. 190a.



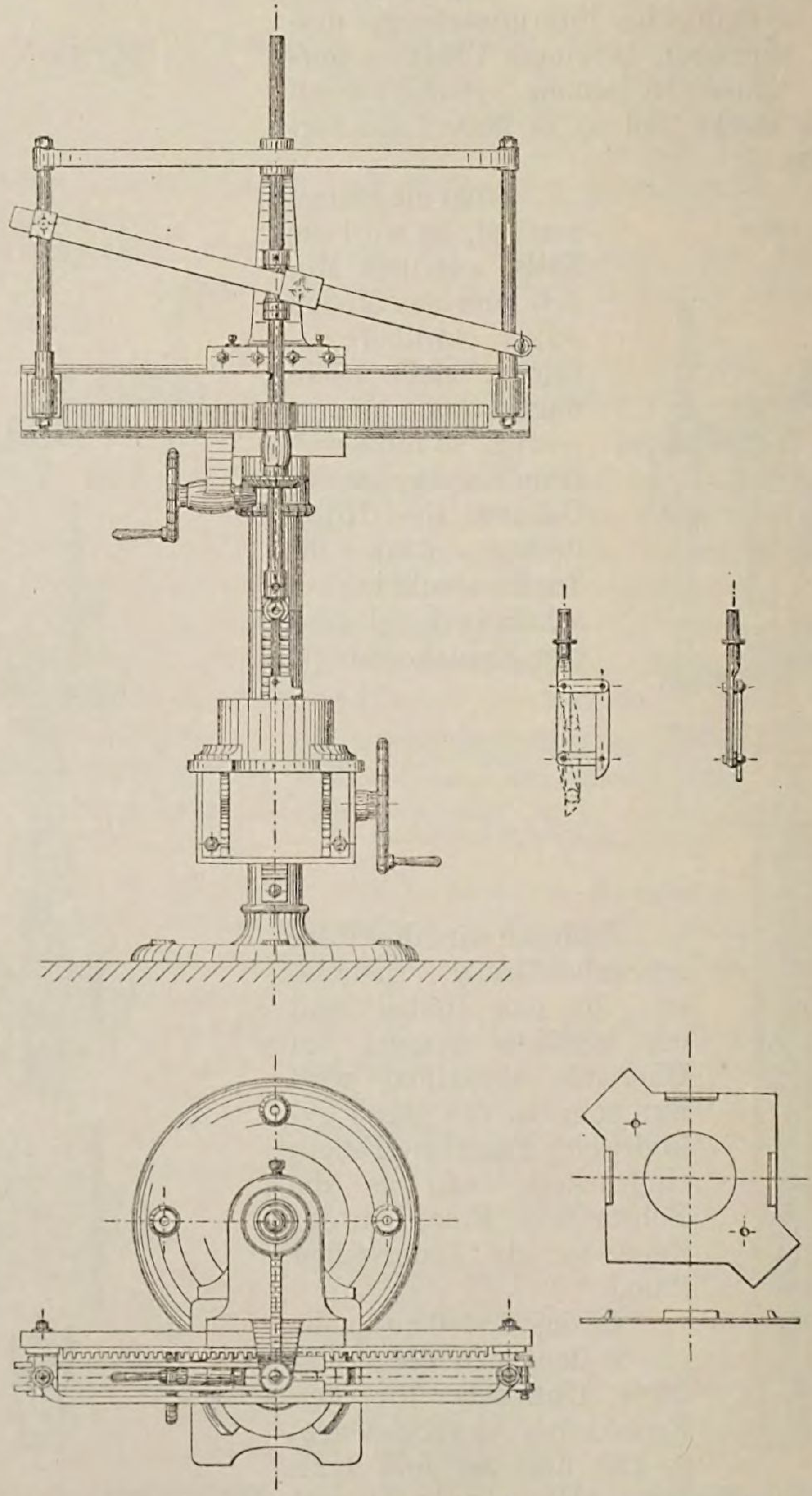
Dadurch wird die Hülse schraubenförmig gedreht, mit ihr das Modell und der geriffelte Ansatz am Oberende desselben wird nunmehr in die glatte cylindrische Form die Riffeln eindrücken, wie es die Bohrer beim Einziehen der Züge in die Feuerwaffen thun.

Ist das Modell nunmehr bis in den dazu vorgerichteten Untersatz für den Formkasten durchgezogen, so hält man an und kann den Kasten abheben. (Dingler's Journal 249, S. 244.)

Eine ähnliche Disposition zeigt die durch Patent Nr. 55994 vom 15. Oct. 1890 dem Grusonwerk geschützte Formmaschine zur

Herstellung von Schnecken ohne Naht, welche von A. Bonnenberg in Ratingen ausgeführt wird und in den Figuren 191a, b dargestellt ist.

Fig. 191a.

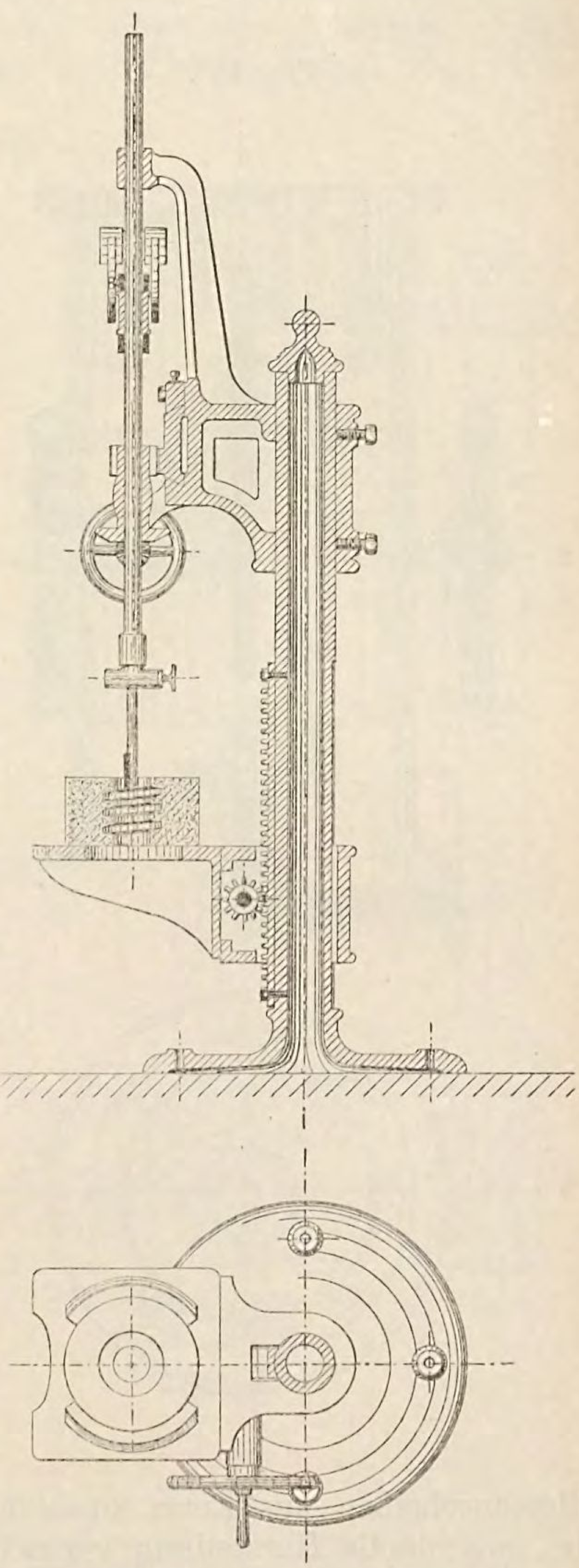


An einem festgeschraubten säulenförmigen Ständer mit kräftiger Sohlplatte lässt sich ein gesimsartig ausladender Arbeitstisch in be-

liebiger Höhe einstellen, welcher in der Mitte eine Oeffnung hat, um die angewandten Schablonen hindurchgehen lassen zu können.

In einem runden Formkasten eingeschlossen, der zwischen zwei schwalbenschwanzförmigen Leisten der Tischplatte aufgestellt werden kann, findet sich, wie das Profil Fig. 191 b deutlich zeigt, die daselbst in fertigem Zustande gezeichnete Form untergebracht.

Fig. 191 b.



Die eigentliche Arbeitsachse ist vertikal verschiebbar in zwei Führungen untergebracht, welche an einem am Kopfe der Säule befindlichen Ausleger befestigt sind. Zwischen diesen beiden Führungen ist die Arbeits- oder Schablonirachse durch eine fest aufgesteckte Büchse mit einer schrägliegenden Führungs-Coulisse so verbunden, dass bei einer Verschiebung jener Büchse in der Coulisse die Achse herauf- oder heruntergeht.

Diese Verschiebung in der schrägen Coulisse wird nun selbstthätig beim Drehen der Schablonirachse dadurch bewirkt, dass der ganze in Fig. 191 a in der Frontansicht dargestellte Rahmen der Coulisse unten eine Zahnstange aufgegossen trägt, in welche ein kleines Getriebe auf der Schablonirachse eingreift.

Der ganze mit seinem Unterstück in einer Nuth u. s. w. wie ein Drehbankschlitten gleitende Rahmen verschiebt sich nach rechts oder nach links, je nach der Drehung der Schablonirachse, und dadurch senkt, bezw. hebt sich das Gleitstück in der Coulisse oder die Achse selbst.

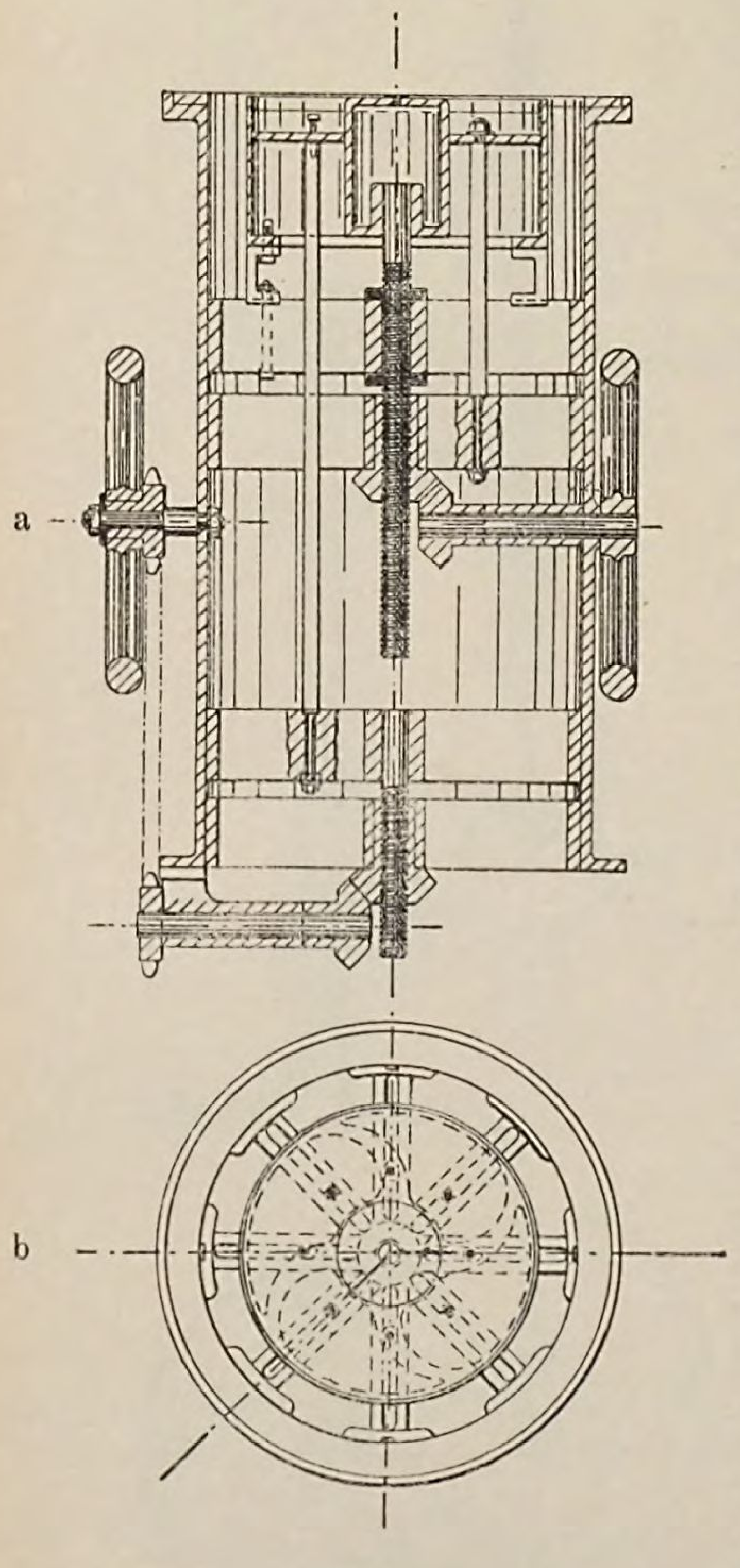
Die Coulisse ist einstellbar oder man kann jede Steigerung des Schraubenganges herstellen.

Selbstverständlich schablonirt man vorher die Form des Schneckenkörpers erst aus, und in Fig. 191 a finden sich seitlich eine derartige zusammenlegbare Schablone, sowie eine Unterlagplatte skizzirt.

Die übrigen Einzelheiten sind hinlänglich verständlich und lassen die Gussstücke nichts zu wünschen übrig.

Eine Maschine, welche, wie die zuletzt beschriebenen, einen Theil der Modellirung selbst durchführt, ist ebenfalls die Maschine oder der Formtisch von Gustav Hertzog in Paris, D. R. P. Nr. 19643 (ausgegeben am 20. October 1882), auf welcher Vorrichtung Riemenscheiben von gleichem Durchmesser, aber verschiedenen Kranzbreiten geformt werden.

Fig. 192.



Bekanntlich sind Riemenscheiben stets Schmerzenskinder der Giessereien, sowie der Maschinenfabriken gewesen und haben sowohl in der Modellherstellung als auch in der Anfertigung selbst ungemein viele Schwierigkeiten veranlasst.

Die geringe Stärke des Kranzes, seine oft zu grosse Breite, die Disposition und Stellung der Arme boten an sich schon technische Schwierigkeiten genug. Dazu kamen die allerverschiedensten Ansprüche der Constructeure hinsichtlich der verschiedenen Abmessungen, so dass diese Dinge für die Modelltischler (die früheren Riemenscheibenmodelle waren, wie bereits Seite 207 angedeutet und nachgewiesen worden, stets aus sorgfältig verleimtem Holz, hielten nur wenig Güsse aus, gingen im feuchten Formmaterial eben zu leicht aus dem Leim) ein steter Kummer waren, wie übrigens auch für die Betriebsingenieure der Giessereien, denen nicht immer das nöthige Verständniss für die Eigenthümlichkeiten der eigenen oder fremden Constructeure von Transmissionen innezuwohnen schien.

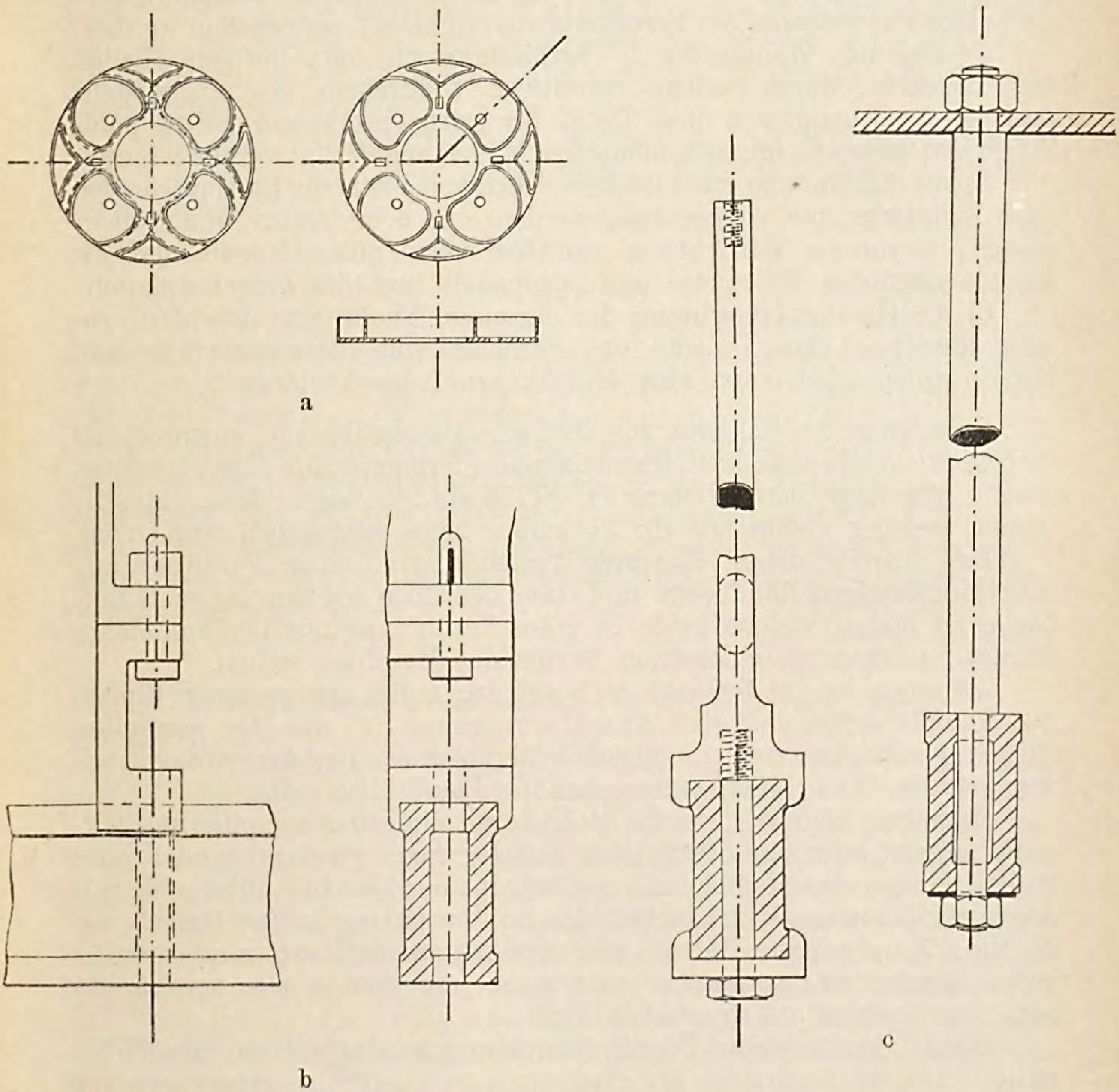
Diese Uebelstände führten zu zweierlei Aushilfen, von denen die eine sich vom Gebiete der Giesserei entfernte und die Riemenscheiben aus Eisen zusammensetzte, während der andere Weg die maschinelle Herstellung versuchte.

Zu den ersten Maschinen, um Riemenscheiben zu formen, gehörte die vorgenannte, welche in der Gesammtheit des Ganzen in Fig. 192 a und b abgebildet ist, während einzelne Theile in Fig. 193 wiedergegeben sind.

Die Maschine enthält in dem allseitig geschlossenen cylindrischen Gehäuse zweierlei Bewegungseinrichtungen, die beide von aussen durch Stellräder angetrieben werden, deren horizontale Achsen durch Conusübertragung auf Muttern einwirken, in welcher sich zwei über einander befindliche, doch gänzlich unabhängige Schraubenspindeln auf und ab bewegen.

Jede Spindel trägt ein ringförmiges Gerüst, von denen das oberste das Kranz- oder Nabenmodell und das untere das Armkreuz (vergl. Fig. 193a) mittelst langer Führungen und Bolzen (vergl. Fig. 193c)

Fig. 193.



trägt, die also beide gegenseitig oder verschieden verschoben und eingestellt werden können.

Die Befestigung des Kranzmodells auf dem Rahmen ist in Fig. 193b noch besonders gezeichnet.

Die Patentansprüche lauteten:

„1) Die Verbindung des Kranzmodells, Nabenmodells und Armmodells, wie in Fig. 1 und 2, zum Formen von Riemenscheiben und Zahnrädern;

2) die Verbindung von verstellbaren und von einander unabhängigen Trägern, durch welche die Höhe des Kranzes über der Formplatte, ebenso wie die Länge der Nabe und die gegenseitige Lage dieser beiden Modelltheile regulirt wird;

3) die Verbindung von verschiebbaren Trägern zum Reguliren der Stellung der Arme in Bezug auf den Kranz und die Nabe und in Bezug auf die Formplatte, wodurch die Dicke der Arme bestimmt wird und dieselben während des Formens genau in ihrer Lage gehalten werden;

4) diejenige Anordnung in Verbindung mit den übrigen Theilen der Maschine, durch welche vermittelst Umdrehens des Armmodells und der Zwischenplatten diese Theile für jeden Formkasten auf der nämlichen Maschine und mit dem nämlichen Modell angefertigt werden können;

5) die Verbindung eines inneren Scheibenmodells für Riemenscheiben oder Zahnräder, die vollgegossen werden, mit dem Kranz- und Nabenmodell, sowie die Vorrichtung zum Verstellen dieses Scheibenmodells auf die nämliche Weise wie das Armmodell und die Zwischenplatten;

6) die Gesammtanordnung der einzelnen Theile der Maschine, soweit dieselben dem Zwecke des Formens von Riemenscheiben und Rädern entsprechend den Patentansprüchen 1 bis 5 dienen.“

Neuerdings hat sich eine von H. Laissle herrührende, entsprechend verbesserte oder veränderte Riemenscheibenformmaschine sehr verbreitet, welche allerdings bereits unter Nr. 79776 am 28. August 1888 patentirt wurde, welches Patent am 26. November 1889 ausgegeben worden ist.

Das Princip dieser Maschine besteht darin, einen Formtisch aus einer ringförmigen Randfläche und einer derselben concentrischen Mittelfläche zu bilden, welche beide in fester Verbindung mit dem von einem Mantel fast ganz umschlossenen Gerüst der Maschine stehen.

Zwischen beiden befinden sich auf drei radial angegossenen Rippen des Mantels aufstehend eine Anzahl von genau in einander passenden Riemenscheibenkränzen von gleicher Stärke und einer der vorkommenden grössten Abmessung entsprechenden Laufflächenbreite.

Dieselben können, jede für sich, durch ein etwas complicirtes Stellwerk mittelst schmaler Stützleisten beliebig hoch gehoben werden und bilden alsdann das Modell eines halben aus der Maschinenfläche hervorsehenden Riemenscheibenkranzes, der im Innern ein halbes einfach auf die Ringfläche gelegtes Naben- oder Armkreuzmodell aufnimmt, das für jeden Durchmesser vorgesehen sein muss und gerade oder geschweifte oder sonst geformte Arme haben kann.

Durch allerlei kleine Regulirvorrichtungen oder constructive Hilfsmittel wird ein Verdrehen der Ringe u. s. w. vermieden, wesswegen auf die Patentbeschreibung zu verweisen ist.

Das Zurückziehen des Ringes geschieht mittelst der Hebestützen selbst, welche zu diesem Behufe oben schwalbenschwanzförmig gebildet sind und in entsprechende Oeffnungen der Ringunterflächen mit etwas Spiel eingreifen, so dass die Ringe nicht in der Form stecken bleiben.

Die Auf- oder Abwärtsbewegung der ganzen Stellvorrichtung geschieht durch einen die drei Supporte der Ringstützen tragenden Cylinder, der gut in Stopfbüchsen geführt ist und durch Zahnstange und Getriebe mittelst eines ausserhalb des Maschinenuntersatzes angebrachten Stellrades, das natürlich einen je nach der Kranzbreite des Rades begrenzten Lauf haben muss, bewegt werden kann.

Für hohe Naben und für Riemenscheiben mit zwei oder mehreren übereinander liegenden Armsystemen giebt die Patentschrift ebenfalls Auskunft unter Hinweis auf besondere bildliche Darstellungen.

Die Maschinen arbeiten, wie man sich in der Giesserei von Wiedenbrück und Wilms in Köln-Ehrenfeld (Inhaber des alleinigen Ausführungsrechtes für Rheinland-Westfalen) überzeugen kann, sehr gut und es sind daselbst mehrere Exemplare der von der Augsburger Mühlenbau-Actiengesellschaft vormals O. Oexle ausgeführten Vorrichtung in Thätigkeit.

Auch die Hannoverschen Messing- und Eisenwerke zu Wülfel in Hannover sowie einige andere Anstalten arbeiten mit den gleichen Maschinen.

Der Patentanspruch lautet:

„Eine Riemenscheibenformmaschine, gekennzeichnet durch die Anordnung des aus einer beliebigen Anzahl von ineinander gesteckten Ringen gebildeten Ringeinsatzes, der mit Spiralnuth versehenen Planscheibe in Verbindung mit der für jeden beliebigen Ring einstellbaren Hebevorrichtung, bestehend aus dem durch Zahnstangengetriebe senkrecht beweglichen Halbcylinder mit dem dreieckigen Supportstück, in dessen Nuthen die Ringträger mit Hilfe der in die Spiralnuth der Planscheibe eingreifenden Schrauben radial unter den erforderlichen Ring des Einsatzes verschoben wird.“

Formmaschinen mit Stampf- oder Druckvorrichtungen.

Das maschinelle Stampfen und Drücken des Sandes beim Formmaschinenbetrieb ist nichts Neues und es braucht nur auf das S. 330, 333 und 339 hinsichtlich der älteren und neueren Röhrenformmethoden Gesagte hingewiesen zu werden, um die Behauptung zu beweisen. So früh nun auch Stewart, Delisle u. A. das maschinelle Stampfen bei dem Röhrenformen einzuführen versuchten, so spät hat man bei sonstigen Gegenständen der Formereiprocesse Druck- oder ähnliche Hilfsmittel anzuwenden versucht, wenn auch manche der bereits beschriebenen Maschinen, z. B. die in Fig. 180 u. 181 abgebildete Allweiler'sche Maschine, eine Einrichtung haben, die erforderlichenfalls Druckwirkung gestattet.

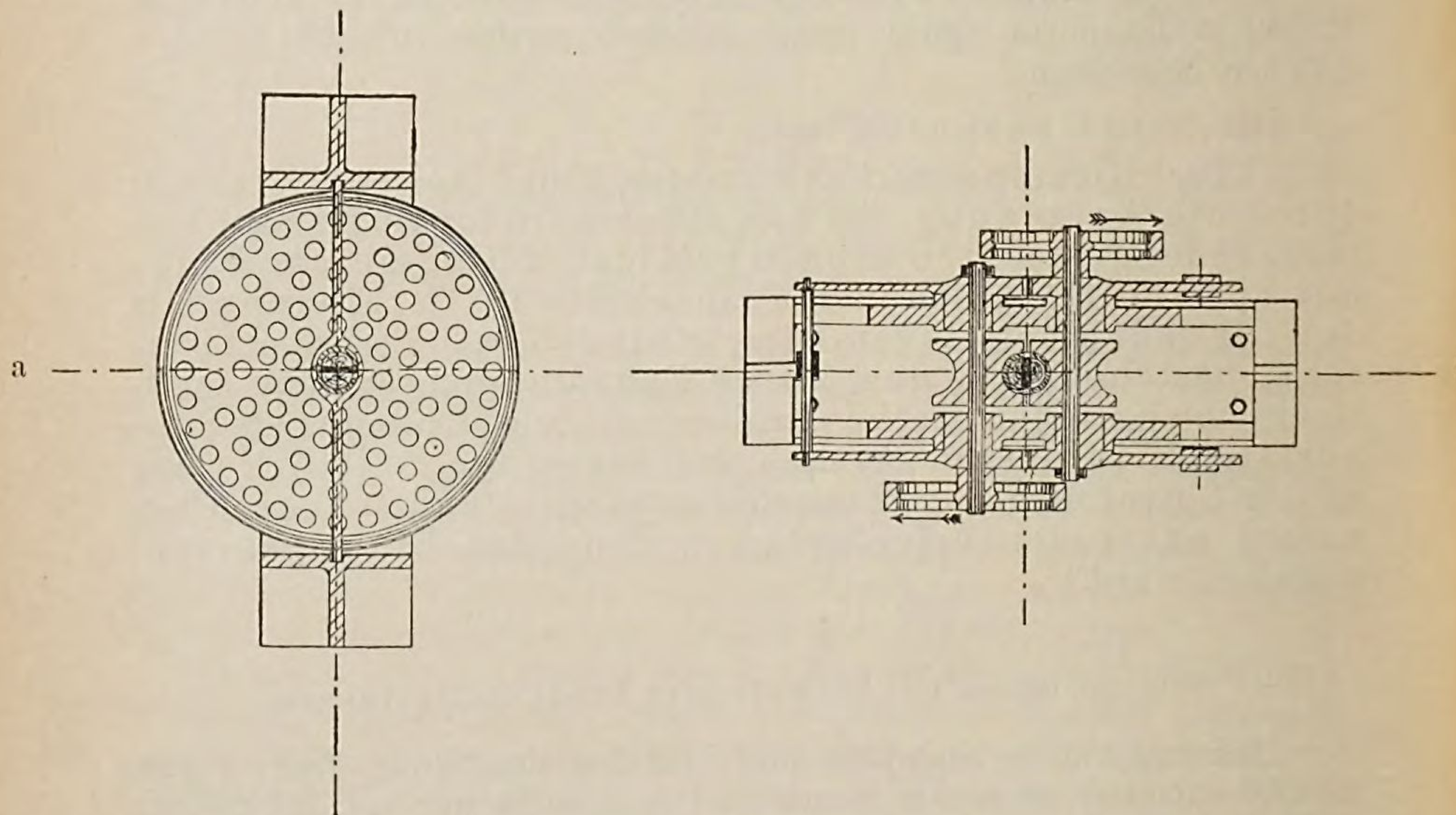
Ausser den eigentlichen Stampfern, wie es die erwähnten Mechanismen bei der Röhrenformerei waren, traten, für alle Objecte geeignet, die sogenannten Pressplatten auf, die, von Holz angefertigt, auf den mit Sand gefüllten Kasten gelegt und nun in denselben hineingedrückt wurden.

Dadurch, dass man, einem bald aufgefundenen Erfahrungssatze entsprechend, die Pressplatten in grösserer Anzahl und nacheinander anwandte, erreichte man schnell die wünschenswerthe Beweglichkeit oder Angussfähigkeit des Betriebes, da die Stärke der Compression mit der Dicke der Pressplatten sich veränderte, man also den Grad der Compression gewissermaassen in der Hand hat.

Ehe darauf speciell eingegangen wird, mögen noch einige Worte über wirkliche Stampfmaschinen Platz finden.

Unter der Ueberschrift: Neuerungen an Stampfmaschinen zum Formen hat sich E. de Limon-Düsseldorf unter Nr. 10185 vom 6. Januar 1880 eine Construction patentiren lassen, welche in den Figuren 194a—d dargestellt ist und im Wesentlichen aus einem durchbrochenen oder durchlöcherten Kolben besteht, a und b, welcher auf

Fig. 194.



der Unter- oder Arbeitsseite mit Ansätzen oder Vorsprüngen besetzt werden kann, um allen Veränderungen in der Oberfläche des abzuformenden Gegenstandes bequem folgen zu können.

Die Durchbrechungen des Kolbens in der Fig. 194a, einfach kreisförmig angenommen, müssen hinlänglich gross sein, um den aufgesiebten Sand gut durchfallen zu lassen.

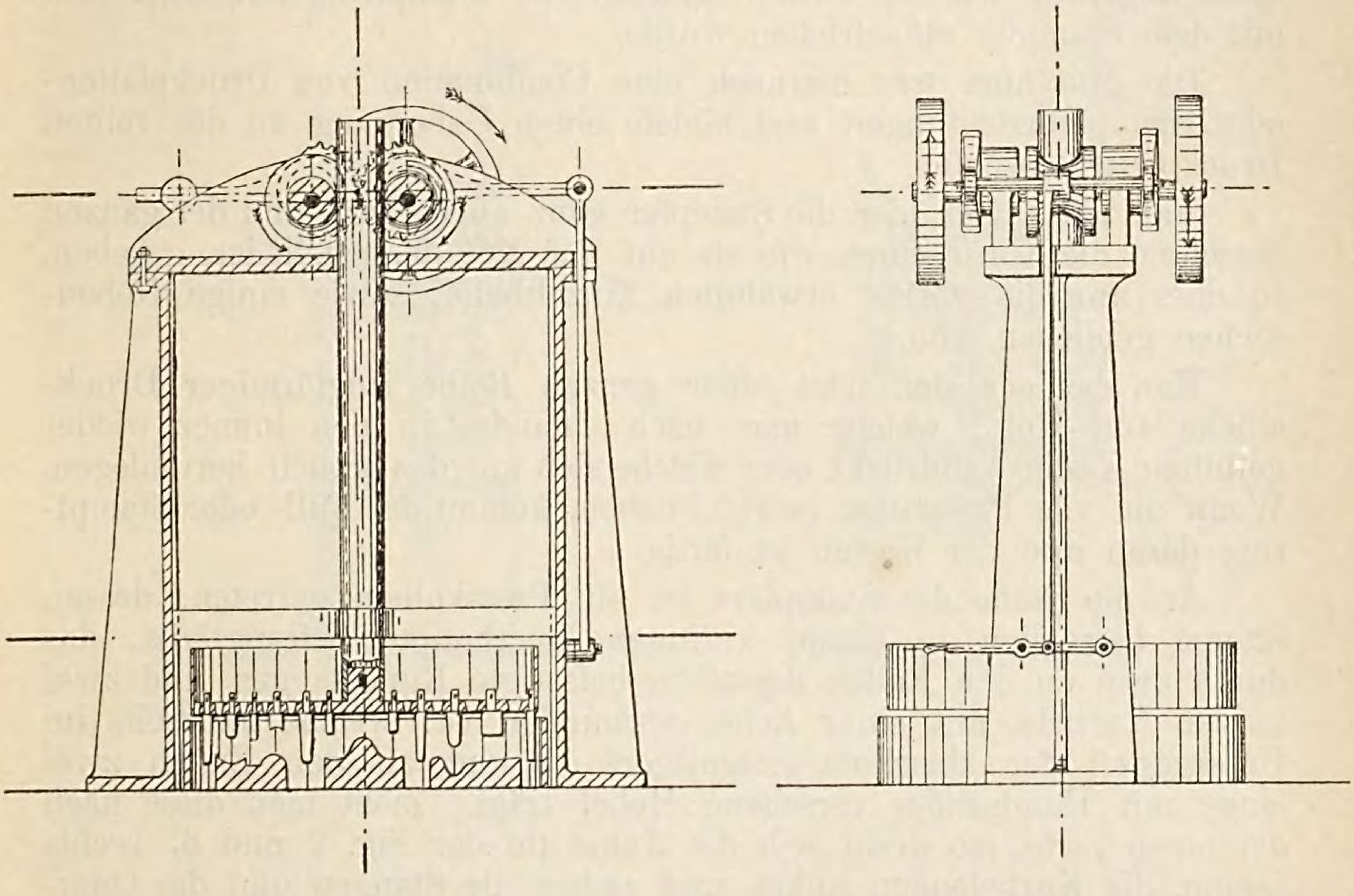
Die Bewegung des Kolbens erfolgt durch Frictionsrollen, die von einer Transmission angetrieben sein können und eine Vorrichtung haben, welche dieselben an die mit Holz belegte Stange des Kolbens andrückt bezw. loslässt, was mit einem Hebel oder Gegengewicht geschehen kann.

Die Einstellung des Formkastens in die Maschine geschieht von oben, nachdem der Kolben hochgezogen ist und das Auswechseln dürfte unbequem sein, wenn der Kasten etwas hoch sein sollte.

Die Patentansprüche lauteten:

„1) Die siebartige Construction des Aufstampfkolbens, durch welchen dem Formkasten bezw. dem darin befindlichen Modell aus dem am Kolben

Fig. 194.



befestigten Sandreservoir gleichmässig Formsand zugeführt wird, welch' letzterer durch die nach unten am Kolben sich befindenden Einsatzstücke gleichmässig auf und um das Modell angedrückt wird.

2) Die Construction der Hebestange, bestehend aus einem der Längenachse nach aufgeschnittenen Stahlrohr, welches durch Holz derart ausgefüttert ist, dass dasselbe bis zum oberen Ende allmälig eine ovale Form annimmt.“ (Patent erloschen.)

Noch früher hatte sich R. Döhn, Ingenieur der Königl. Geschossfabrik zu Siegburg, Neuerungen an Stampfmaschinen zum Formen mit Freihand-Stampfer patentiren lassen, welche vorzugsweise das Einformen von Geschossen zum Zweck hatten. (D. R. P. Nr. 9724 vom 11. September 1879.)

Der Stampfer war durchbrochen oder glockenförmig gestaltet und wurde ähnlich wie ein Riemenhammer durch eine Transmission bewegt, indem ein conisches Frictionsrad an die Riemenscheibe wechselweise angedrückt und davon gelöst wurde, um so das Heben und Fallenlassen des Stampfers zu bewirken.

Das Sandaufschütten geschah mit dem auf Taf. XII, Fig. 7 abgebildeten, den Inhalt eines besonderen Patentanspruches bildenden Fülltrichter, durch den hindurch der Stampfer ruhig functioniren konnte.

Der obere Theil der Form musste indessen doch anders hergestellt werden, da mit dem Stampfer eine ebene Fläche nicht herzustellen war. Döhn wandte deshalb den ebenfalls auf Taf. XII als zum Pressen des Unterkastens bezeichneten Füll- und Stampfring an, in der Art, dass der Füllring auf der Formkastenwand zu stehen kam und mit Sand angefüllt wurde, worauf alsdann der Stampfring aufgelegt und mit dem Stampfer eingetrieben wurde.

Die Maschine war hiernach eine Combination von Druckplatten- oder Stampfvorrichtungen und bildete einen Uebergang zu der reinen Druckplattenmaschine.

Man hat später hier die Stampfer ganz abgeschafft und der ganzen Maschine die Einrichtung, wie sie auf Taf. XII dargestellt ist, gegeben, so dass nur die vorher erwähnten Einzeltheile, sowie einige Nebensachen geblieben sind.

Man bedient sich jetzt einer ganzen Reihe ringförmiger Druckstücke von Holz, welche man nach einander in den immer wieder gefüllten Kasten eindrückt oder welche sich um das Modell herumlegen. Wenn die vier Pressringe gewirkt haben, kommt der Füll- oder Stampfring daran und der Kasten ist fertig.

An die Stelle des Stampfers ist ein Presskolben getreten, dessen Stange beweglich in einem kräftigen Querhaupte befestigt ist, das durch zwei an den Enden desselben befestigte Rundstangen und zwei kurzen Kurbeln mit einer Achse verbunden ist, welche ihrerseits im Untergestell der Maschine festgelagert ist und an den Enden zwei lange mit Handgriffen versehene Hebel trägt. Zieht man diese nach der einen Seite, so dreht sich die Achse (in der Fig. 2 und 3) rechts herum, die Kurbelenden sinken und ziehen die Stangen und das Querhaupt, sowie den Kolben herab, bis dessen Unterfläche den Formkastenrand erreicht hat. Durch Anwendung der Druckeinsätze füllt man den Kasten an, und diese letzte Schicht kann locker bleiben, dann zieht man das Modell heraus und kann den Kasten abheben.

Diese Methode des Ausziehens entspricht auch den bei anderen Geschossformmaschinen, z. B. der aus sich selbst vollkommen verständlichen Maschine der Taf. IX angewandten Modell- oder Kastenanordnung, und man kann in der Fig. 1, 2, 3 der Letzteren die Construction des Modellmechanismus sehen, welche bei der Maschine der Taf. XII eingehüllt und nicht erkennbar ist.

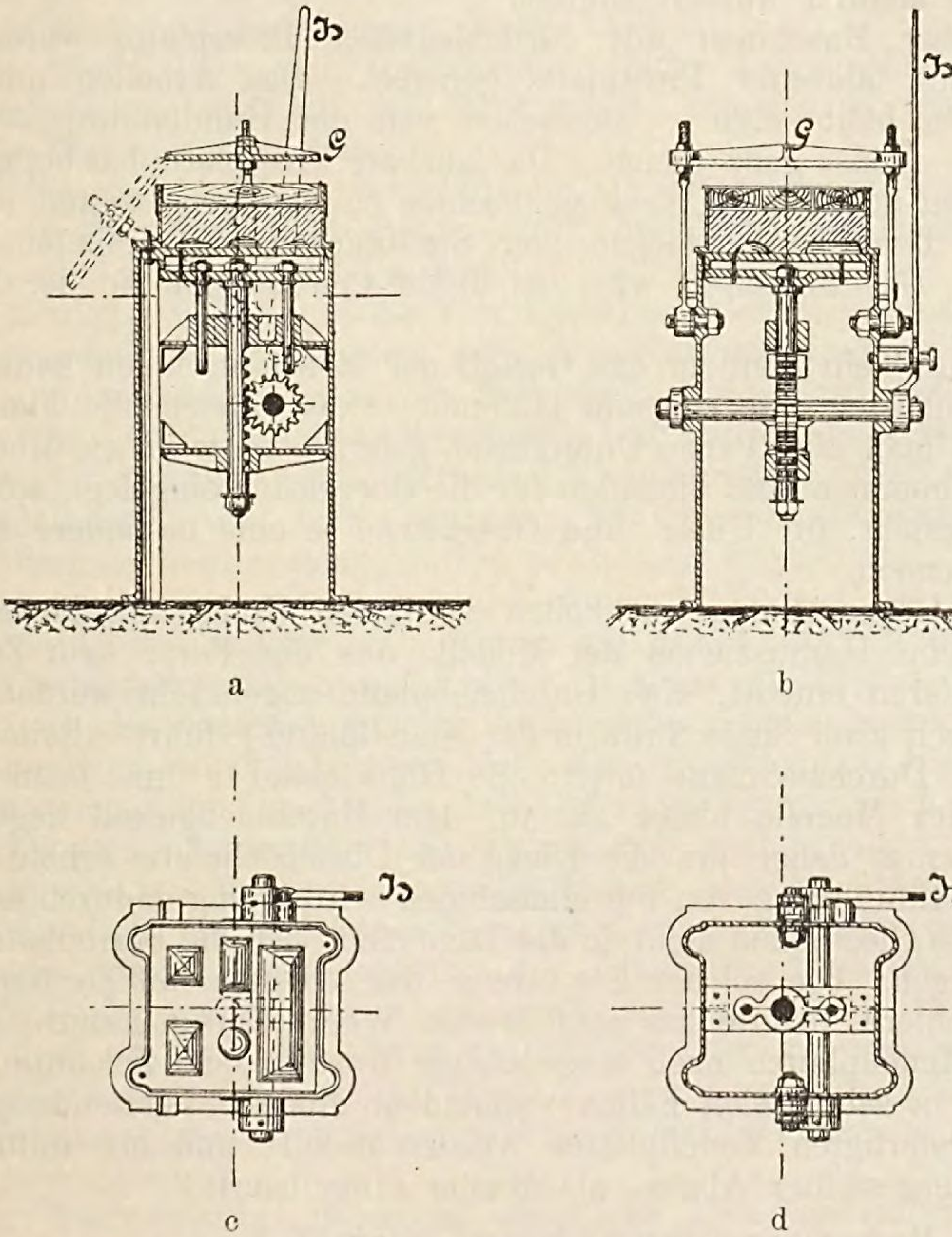
Diese modificirte Döhn'sche Maschine hat immer zu grösster Zufriedenheit gearbeitet und wurde für die verschiedensten Abmessungen angewandt.

Unter den Combinationen der blos das Modell ausziehenden Maschine und der gleichzeitig das Stampfen durch eine Druckvorrichtung ersetzenden Maschine ist die von Ugé-Dortmund (jetzt Kaiserslautern) eine der ältesten und einfachsten. (D. R. P. Nr. 15570 vom 16. Januar 1881.)

Eine Form- oder Modellplatte mit der einen Hälfte der betreffenden Gegenstände wird auf einer mittelst Zahnstange und Getriebe vertikal beweglichen, in guter Führung laufenden Tragplatte befestigt und durch Stifte genau in die richtige Lage gebracht.

Durch Einstecken eines Bolzens durch den Hebel *H* (Fig. 195 a, b, c, d) in die Löcher eines seitlich angebrachten Segmentstückes wird die Modellplatte in ihrer richtigen Lage gehalten, um eventuell von Hand nachstampfen zu können.

Fig. 195.



Das Formen geschieht in folgender Weise: Nachdem die bewegliche Pressplatte *G* in die gezeichnete Lage gelegt, wird der Formkasten auf die Modellplatte aufgesetzt, der allgemein gebräuchliche schmiedeiserne Rahmen auf den Formkasten aufgesetzt, Letzterer mit Formsand gefüllt, das Druckbrett aufgelegt und die Platte *G* in ihre horizontale Lage gebracht. Nun wird mittelst Hebel *H* die Modellplatte mitsammt dem Formkasten gehoben, gegen die Platte *G* fest angedrückt, dann einfach niedergelassen und der Hebel *H* mit Hülfe des Bolzens wieder in der entsprechenden Stellung festgehalten. Nachdem Platte *G* zurückgelegt, das Druckbrett und der Rahmen abgenommen sind, wird das Nachstampfen, sofern es erforderlich ist, vorgenommen, der Formkasten von dem überschüssigen Sande befreit, hierauf der Bolzen wieder heraus-

gezogen und die Modellplatte weiter niedergelassen. Der Formkasten bleibt hierbei auf dem Maschinengestell liegen, die Modellplatte mit den Modellen löst sich von der Sandform ab und bewegt sich weiter abwärts.

Durch das Anbringen des Segmentstückes hat die Maschine eine Verbesserung erfahren, indem Modellplatten verschiedener Höhe ohne Weiteres benutzt werden können.

Ausser Maschinen mit zurücklegbarer Pressplatte werden auch solche mit fahrbarer Pressplatte geliefert. Das Arbeiten mit beiden Maschinen bleibt sich — abgesehen von der Handhabung der Pressplatten — sonst ganz gleich. Die fahrbare Pressplatte hat bei grösseren Maschinen den Vorzug, dass sie leichter zu bewegen ist und einen bequemen Tisch zum Ablegen von Staubsäcken, Sandrahmen u. s. w. abgiebt. Das Pressbrett wird bei dieser Construction an der Platte *G* befestigt.

Damit kein Sand in das Gestell der Maschine fallen kann, erhält der Formkasten eine ringsum laufende, etwas vorstehende Flansche.

Hat man eine Partie Unterkasten geformt, so wird die Modellplatte herausgenommen und diejenige für die Oberkasten eingelegt, sofern man nicht vorzieht, für Unter- und Oberkasten je eine besondere Maschine zu verwenden.

Bei Gegenständen mit hohen vertikalen Umfassungsflächen muss, damit beim Herausziehen der Modelle aus der Form kein Zerreissen der Letzteren eintritt, eine Durchziehplatte angebracht werden. Diese wird durch zwei lange Stifte in der Modellplatte geführt. Beim Pressen wird die Durchziehplatte mit in die Höhe gehoben und beim Herausziehen der Modelle bleibt sie auf dem Maschinengestell liegen. Das Modell muss daher um die Dicke der Durchziehplatte erhöht werden.

Die Einführung von Formmaschinen wird häufig dadurch erschwert, dass viele Giessereien nicht in der Lage sind, sich die Formplatten selbst anzufertigen. Um solchen Giessereien das Arbeiten mit Formmaschinen zu erleichtern, lieferte das ausführende Werk (Kaiserslautern) auf Verlangen Modellplatten nach eingesandten Mustern oder Zeichnungen und konnten in sehr vielen Fällen vorhandene Modelle Verwendung finden. Alle angefertigten Modellplatten wurden probirt und ein mittelst derselben hergestellter Abguss als Muster mitgeliefert.

Der Patentanspruch lautete seiner Zeit:

„An einer Formmaschine die Einrichtung, durch welche, nachdem die Modellplatte sammt dem Formkasten gegen eine Druckplatte *G* mittelst eines Hebels *H* gepresst ist, beim Niederlassen der Modellplatte vermittelst desselben Mechanismus die Modellplatte abgezogen wird, während der Formkasten auf der Oberfläche des Maschinengestells liegen bleibt."

Unter den älteren Formmaschinen mit Druckplatten und verschiedenen anderen maschinellen Zuthaten und Combinationen zur Verstärkung der Arbeitsleistung haben besonders die von der Firma Seebold & Neff, Carlsruhe, gelieferten das Interesse der Fachkreise erregt.

Die Erfinder verfolgten das Ziel, die aus der Anwendung ebener Druckplatten gegenüber profilirten Formplatten oder Modell-

stücken sich ergebenden Uebelstände zu vermeiden und dann eine Regelung des Druckes unabhängig vom Arbeiter und in jedem Falle der Natur des Sandes vollkommen entsprechend zu bewirken.

Bei ihrer durch das D. R. P. Nr. 8390 vom 26. Juli 1879 geschützten Formmaschine wird der erstangeführte Zweck durch das auch in anderen Verfahren benutzte Abgiessen der Metall- oder Formplatte mittelst erwärmter Guttapercha oder irgend einer anderen zu hinlänglicher Festigkeit erstarrenden Masse bewirkt.

Man erhält dann eine Druckplatte, welche aber nicht einfach in den Druckrahmen und auf den Sand gelegt, sondern in nachstehend erörterter Weise benutzt wird.

Die Druckplatte wird verkehrt auf ein Brett gelegt, der Druckrahmen darauf gesetzt, mit Sand gefüllt und nach geschehenem Abstreichen mit einem Blech zugedeckt.

In ähnlicher Weise wird der Formkasten auf der Modell- oder Formplatte behandelt, d. h. mit Sand gefüllt und abgestrichen. Dann setzt man den umgewendeten und mit dem Blech abgedeckten Druckrahmen darauf, zieht das Blech dazwischen heraus und hat auf diese Weise eine überall gleich starke und gleich dichte Sandlage zwischen Druck- oder Modellplatte, und beim Eintreten des Druckes können keinerlei Verschiebungen in der comprimirten Sandmasse entstehen.

In der patentirten Formmaschine ruhte die Modellplatte auf einer besonderen Unterlagsplatte und wurde wie gewöhnlich daran besetzt; diese Unterlagsplatte lag nun ihrerseits in einem an Zapfen drehbaren Rahmen, welche Zapfen wieder in senkrechten Bügeln hingen.

Unter dem Rahmen bewegte sich, ähnlich wie auch bei anderen Formplattenmaschinen, auf dem heb- oder senkbaren Tisch ein vierrädriger Wagen, um später den Formkasten aufnehmen zu können. Der Hebetisch wurde durch Doppelbügel von zwei Excentern aus gehoben, die sich mit gezahnten Segmenten genau führten oder deren eine Achse durch eine Umsetzung mit Zahnradsegment und Getriebe mit einer Kurbel bewegt wurde. Ausserdem wurde der Hebetisch durch Doppelbügel von zwei Excentern ausgehoben, die mit gezahnten Segmenten sich gegenseitig genau führten und deren eine Achse durch eine Umsetzung mit Zahnradsegment und Getriebe von einer Drehkurbel bewegt wird.

Der Tisch wurde ausserdem noch von zwei Gewichtshebeln abbalancirt, um die Manipulation zu erleichtern.

Wie bei den meisten Pressen war bei dieser kleinen Maschine auch eine besondere Vorkehrung für das Sandauffüllen vorhanden, welche mit beweglichem Sandkasten versehen war und zu welcher noch ein an der Seite anbringbarer Schutzkasten gehörte.

Eine neuere Doppelformmaschine hat dieselbe Firma sich unter Nr. 22766 vom 23. Februar 1882 patentiren lassen, über deren Bau Folgendes mitgetheilt wurde und welche auf Taf. X nach einer von der Firma gütigst zur Verfügung gestellten Originalzeichnung abgebildet worden ist.

Diese Doppelformmaschine, dargestellt in Taf. X, setzt sich in der Hauptsache aus einer Presse und zwei je mit einem Wagen versehenen Abhebevorrichtungen zusammen.

Die Presse besteht aus einem auf einem Untergestell ruhenden Presstisch, an dessen beiden Längsseiten, und zwar ebenfalls am vorher erwähnten Gestell, zwei Säulen befestigt sind; dieselben sind oben mit einer kräftigen, durch hohe Rippen verstärkten Kopfplatte verbunden. Diese Letztere trägt in zwei Lagern eine Welle, auf welcher innerhalb ein Zahntrieb und ausserhalb ein Schneckenradsegment aufgekeilt sind. In Letzteres greift eine Schnecke ein, die mittelst eines Handrades und eines conischen Räderpaares in Bewegung gesetzt wird. Zwischen den beiden Säulen geführt befindet sich die Pressplatte, auf deren obere Fläche eine Zahnstange aufgeschraubt ist, welche in den auf der in der Kopfplatte lagernden Welle aufgekeilten Zahntrieb greift. Die Zahnstange wird oben auf der Rückseite durch eine Rolle geführt.

Die Abhebevorrichtungen bestehen aus in solidester Weise in Leisten geführten Tischen, die ihre Auf- und Niederbewegungen durch Zahnstangen und durch Schneckenantriebe vermittelst Handkurbeln erhalten.

Zu jeder Abhebevorrichtung gehört ein mit einer Drehplatte versehener, auf vier Rollen laufender Wagen. Die Drehplatte, die mittelst Stirnradübersetzung und Handkurbel eine drehende Bewegung erhält, ist so eingerichtet, dass dieselbe mittelst eines Daumenhebels und vier auf zwei durch conischen Räderantrieb verbundenen Wellen sitzenden Knaggen gehoben und dabei in eine feste horizontale Lage gebracht werden kann.

Die Arbeit mit der Maschine geschieht folgendermaassen:

Nachdem der Formkasten auf dem mit der Modellplatte versehenen Drehrahmen des Wagens durch Keile befestigt ist, wird der Wagen vor den seitlich angebrachten Sandkasten gestellt, der Formkasten mit Sand gefüllt und auf übliche Art zum Pressen vorgerichtet. Ist dies geschehen, so wird der Wagen unter die Presse geschoben, die Drehplatte durch Rückwärtsbewegung des Daumenhebels auf den Presstisch aufgesetzt und nun mittelst des grossen Handrades die Pressplatte niedergelassen, bis der gewünschte Druck auf den Sand des Formkastens erzielt ist. Alsdann wird der Drehrahmen durch den Daumenhebel wieder gehoben und der Wagen in seine ursprüngliche Stellung vor den Sandkasten zurückgebracht, der überschüssige Sand von dem Formkasten abgestrichen und der Letztere durch Drehung des Drehrahmens um 180° nach unten gedreht. Der Wagen wird nun auf die Aufhebevorrichtung gebracht, der Abhebetisch mittelst der daran befindlichen Kurbel so hoch gehoben, bis der Formkasten auf demselben aufsitzt. Nachdem nun die Keile, die den Formkasten auf der Modellplatte halten, gelöst sind, wird der Abhebetisch langsam unter sanftem Abklopfen auf den Rücken des Drehrahmens sammt dem darauf ruhenden Formkasten herabgelassen. Nach Wegschieben des Wagens wird der Formkasten von dem Abhebetisch auf den Centrirapparat gebracht und dort zusammengesetzt.

Von den übrigen der Firma unter Nr. 9086, 22352 und 60204 noch patentirten und von den von ihr sonst noch erbauten Formmaschinen ist nur noch auf die auf Taf. XI dargestellte Bockformmaschine hinzuweisen.

Diese Bockformmaschine besteht aus zwei durch Traversen verbundenen Ständern, in deren unterem Theile in zwei Lagern eine

gekröpfte Welle gelagert ist. Diese erhält ihre Bewegung durch einen Schneckenantrieb mittelst einer Handkurbel. Zwischen der unteren der genannten gusseisernen Traversen befindet sich, in Leisten geführt, der Presstisch. Oberhalb dieses, ebenfalls zwischen den Ständern, sitzt der mit der Modellplatte versehene Drehrahmen, und zwar gelagert in zwei Lagern, welche in ihren Verlängerungen Zahnstangen bilden, die zwischen Leisten von der halben Länge der Ständer eine sichere Führung erhalten. Die Auf- und Abwärtsbewegung des Drehrahmens erfolgt durch ein auf besonderer Welle sitzendes Handrad vermittelst zweier auf derselben Welle sitzender Zahntriebe. Zur Ausbalancirung des Gewichtes des Drehrahmens und der Modellplatte dienen zwei auf seitlichen Hebeln sitzende Gegengewichte, die mittelst anderweitiger Hebelverbindungen auf die beiden Zahnstangen wirken. Die Drehbewegung des Drehrahmens erfolgt durch eine Handkurbel mittelst besonderer Räderübersetzung. Zur Arretirung des Drehrahmens, und zwar in seiner horizontalen Lage, dient eine mit Federn versehene, in Aussparungen einer Flansche des Drehrahmens passende Falle, während zum Anhalt der Höhenlage eine zweite Falle dient.

Oberhalb des Drehrahmens sind an den Seiten der Ständer zwei Schienen befestigt, welche zur Aufnahme des mit Rollen versehenen Pressklotzes dienen. Die zwei kräftigen, an dem Ständer angegossenen Auflagen sind zur Aufnahme des von der gekröpften Welle ausgeübten Druckes nach oben bestimmt. Ein besonderer Kasten dient zur Aufnahme des Sandvorrathes. Zwischen Presstisch und Drehrahmen befindet sich dann der auf vier Rollen ruhende Wagen.

Die Arbeit an der Maschine geschieht folgendermaassen:

Der auf der Modellplatte aufgesetzte und mit Keilen befestigte Formkasten wird, wie auf ähnlichen Maschinen üblich, mit Sand gefüllt, mit dem Pressdeckel gedeckt und nun der Pressklotz vorgeschoben. Nachdem der Wagen unter den Drehrahmen gebracht worden, wird mittelst Handkurbel und Schneckengetriebe die gekröpfte Welle mit der Kröpfung nach aufwärts gedreht, wobei dieselbe, und zwar durch einen an der Kröpfung befindlichen Ring, gegen eine an der unteren Fläche des Presstisches befindliche Druckplatte drückt und dadurch den Presstisch sammt Wagen, Drehrahmen und Formkasten gegen den Pressklotz drückt. Nach erreichtem nöthigen Drucke wird der Presstisch niedergelassen, der Pressklotz dagegen, sowie auch der Wagen zurückgeschoben, der überschüssige Sand vom Formkasten gestrichen und der Drehrahmen um 180° gedreht. Nachdem der Wagen wieder unter den Drehrahmen gebracht und dieser mit dem Formkasten auf den Wagen niedergesetzt worden, werden die Keile am Formkasten gelöst und nach mehrmaligem Abklopfen auf den Rücken des Drehrahmens dieser sammt der Modellplatte mittelst des vorhandenen Handrades aus dem Formkasten gehoben. Der Wagen mit dem geformten Kasten wird auf die an die Ständer geschraubten Consolen geschoben, der Drehrahmen zurückgedreht und die Arbeit von neuem begonnen.

Aehnliche oft ziemlich umfängliche Aufbauten von Formmaschinen rühren von Ch. Laissle, Reusch u. A. her, bei denen auch eine räumliche Trennung der einzelnen Phasen des Maschinenformens stattgefunden hat.

Bei der Laissle'schen Maschine (welche am 1. August 1881 zum Patent angemeldet worden war und Nr. 14434 erhalten hatte) befand sich die Pressvorrichtung ebenfalls zwischen zwei Aushebevorrichtungen und hatte eine verstellbare Gegendruckplatte und kräftige Plungerführung nach Art der hydraulischen Pressen. Auch die beiden Formtische haben die gleiche Einrichtung und Führung.

Es bewegt sich nun ein Formwagen mit Modellplatte u. s. w. auf allen drei Tischen und kann auch noch in festen Lagern gedreht werden. Das Formen geschieht so, dass auf dem einen Formtische leere Kasten aufgesetzt, unter das Sandreservoir gehoben und mit einer genau zu regulirenden Sandquantität gefüllt, wieder heruntergelassen und dann auf den anstossenden Presstisch geschoben werden. Ist der Sand hier comprimirt, so wandern die Kästen zum zweiten Formtische, der so hoch gehoben sein muss, dass die Drehzapfen des Wagens in die Lager einfallen können. Senkt sich dann der Formtisch, so bleibt der Wagen mit den Kästen in der Schwebe, wird gewendet und horizontal eingestellt. Dann hebt sich der Formtisch wieder und berührt die Kästen, deren Verbindungen mit dem Wagengestell und der Formplatte gelöst werden, worauf beim Senken des Tisches sich der Formkasten richtig und sicher von der Modellplatte ablöst.

Für Zahnräder ist eine etwas umständliche Einrichtung vorgesehen gewesen, wird aber wohl nicht durchgängig zur Anwendung gelangt sein.

Eine ähnliche Maschine, mit Doppeldruck, ist von H. Reusch, damals in Dillingen, erfunden und demselben patentirt worden (D. R. P. Nr. 15222 vom 21. November 1880).

Die etwas complicirte Einrichtung bietet im Einzelnen nichts Neues als etwa eine doppeltwirkende Druckvorrichtung, aus zwei Pressplatten oder -klötzen bestehend, die sich an zwei im Gestell der Maschine vertikal gelagerten und mit Rechts- oder Linksgewinde versehenen Spindeln gegen und von einander bewegen.

Die Drehung der beiden Spindeln erfolgt durch oberhalb des Rahmens auf die Achsen aufgesteckte Zahnräder, wobei die Drehrichtung durch ein Wendegetriebe mit Reibungskuppelung in beliebiger Weise verändert werden kann.

Um den Druck auf den Sand regeln zu können, ist zwischen dem Handhebel und der durch ihn bewegten Reibungskuppelung eine Federwaage eingeschaltet; wird das nach der Federwaage zulässige Druckmaximum überschritten, so fängt die Kuppelung an zu schleifen und verhindert die weitere Drehung der Spindeln.

Um nun durch die geschilderte Doppeldruckvorrichtung auf die Formkasten wirken zu können, ist ein Wagen auf vier Rädern construirt, der fast genau in der Mitte zwischen den beiden Pressklötzen sich bewegt und einen Rahmen trägt, welcher mit seitlichen Zapfen im Wagengestell drehbar eingelagert ist und auf dem zu beiden Seiten die Modellplatten, die Formkasten, sowie die Füllrahmen durch Bolzen oder Splinte oder nach Füllung der Kästen mit Sand auch die Druckbretter mittelst elastischer Bänder befestigt sind.

Der vorgerichtete Wagen wird nach Füllung beider Formkasten zunächst zwischen die Pressklötze gefahren und dann durch Einrücken der betreffenden Kuppelung dem beiderseitigen Drucke ausgesetzt, zu

dessen gleichmässiger Vertheilung auf beide Kästen die den Wagen während des Druckes tragende Geleisstrecke auf Spiralpuffern gelagert ist, welche wie aufrecht gestellte Wagenpuffer aussehen.

Nach oben gestatten die offenen Lager der Zapfen des Formplattenrahmens freies Spiel, falls der untere Formkasten eher comprimirt sein sollte als der obere.

Ist die Pressung beendet oder sind die Klötze zurückgegangen, wird der Wagen nach der anderen Seite der Maschine geschoben und gelangt über einem senkrecht dazu laufenden zweiten Geleise, auf dem ein kleiner Plattformwagen verkehrt, an eine Stelle, wo dieser kleine Plattformwagen auf einem tischartig ausgeschnittenen beweglichen Stück des Geleises gehoben werden kann.

Dort löst man den Formkasten vom Rahmen des Hauptwagens, nachdem er auf dem Plattformwagen ruht, führt ihn bei Seite und lässt ihn mittelst eines zweiten Hebetisches auf die Hüttensohle herunter.

Mit der anderen Hälfte verfährt man ähnlich, indem man sie nach Drehung des Rahmens ebenso vom Hauptwagen löst und direct auf den anderen Kasten aufsetzt.

Bei bedeutender Ausdehnung der Fabrikation kann man der Maschine vier diagonal angeordnete Schraubenspindeln geben, auf denen kreuzförmige Pressklötze laufen.

Dadurch wird die Maschine (nach Anordnung der erforderlichen Nebengeleise und Hülfsvorrichtungen) von vier Seiten aus zugänglich, so dass immer auf zwei neben einander liegenden Stellen die Formkastenwagen vorgerichtet sind und, nachdem sie gepresst worden, auf den entgegengesetzten Seiten abgezogen werden können.

Die Formmaschine von Gallas & Auf der Heide zu Kaiserslautern (D. R. P. Nr. 19572 vom 28. November 1880) ist ebenfalls eine sehr vervollkommnete, aber jedenfalls etwas complicirte Maschine, welche allerdings alle möglichen Erfordernisse vereint, um die maschinelle Formerei der Handformerei etwas näher zu bringen.

Sie ist in Fig. 196a, b, c (Seite 410 u. 411) in ganzer Zusammenstellung gezeichnet und zeigt, dass der Hebetisch gleichzeitig Pressapparat ist und ausser in der Mitte durch einen Kolben mit Doppelzahnstange noch durch die Verbindungsstange des Maschinenoberstückes in sehr kräftiger Weise geführt wird, auch selbst kräftig durchgebildet ist.

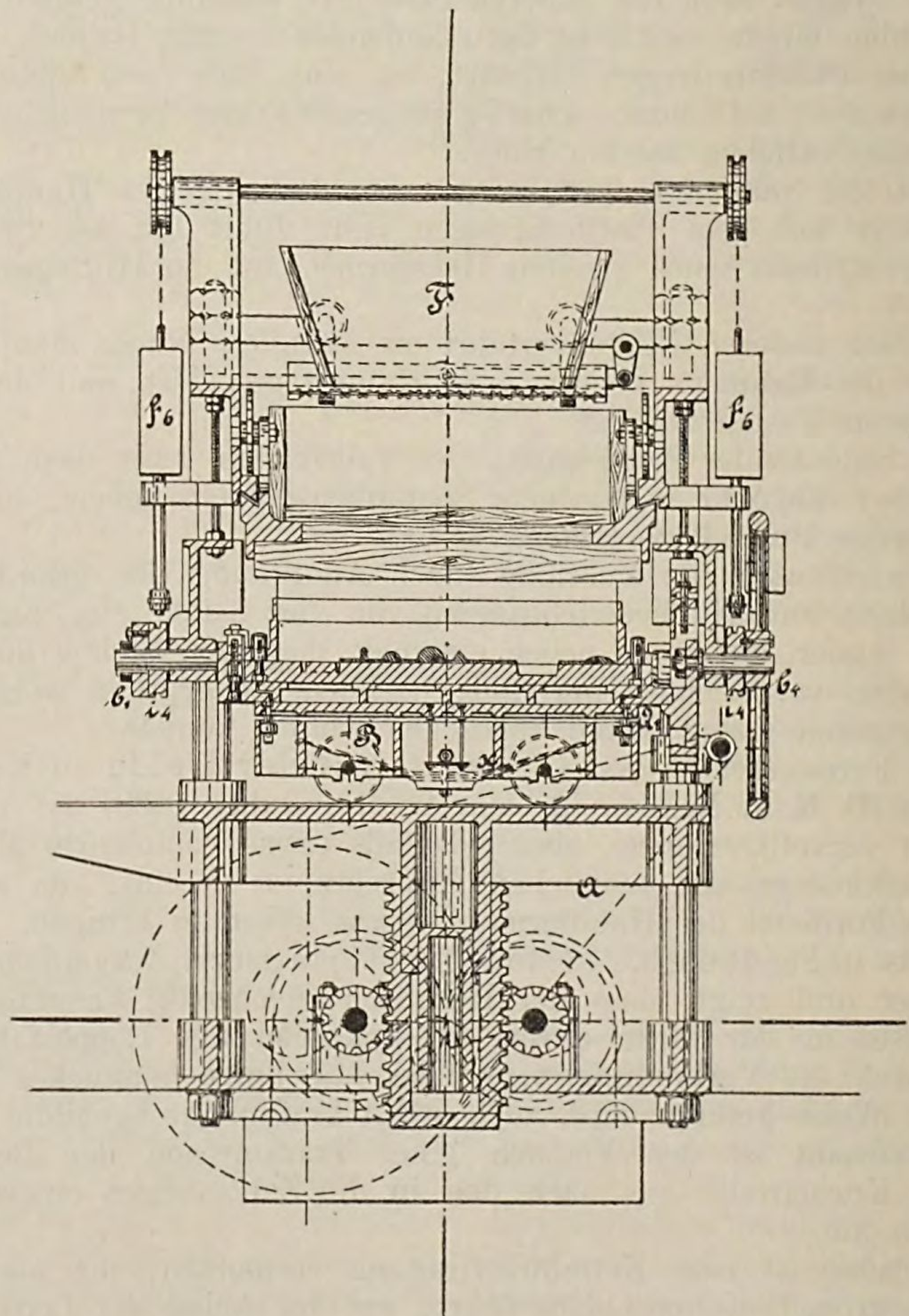
Interessant ist der Versuch einer Transmission der Bewegung von der Kurbelwelle aus nach den in die Zahnstangen eingreifenden Getrieben hin.

Zunächst ist eine Kettenübertragung vorhanden, die nach einer ziemlich grossen Kettenscheibe führt; auf der Achse der Letzteren ist eine gezahnte Curvenscheibe aufgesteckt, die die Bewegung auf eine gleiche, auf einer anderen Welle sitzende Curvenscheibe überträgt. Auf dieser letzteren Welle steckt im ungekehrten Sinne eine dritte Curvenscheibe, die wieder mit einer vierten Curvenscheibe arbeitet, auf deren Welle endlich das eine Zahnstangengetriebe sitzt, dessen Gegenstück auf der Welle der ersten Curvenscheibe sich befindet.

Diese eigenthümliche Uebertragung hat zur Folge, dass bei gleicher Drehung der Kurbel dennoch eine verschiedene Drehung der Zahn-

stangengetriebe erfolgt, je nachdem der Druckapparat gehoben oder gesenkt werden soll. Wird gedrückt, geht also der Drucktisch in die Höhe, verzögert sich die Bewegung gleichmässig, wogegen bei dem Senken oder Herunterlassen des Drucktisches die Bewegung gleichförmig beschleunigt wird.

Fig. 196.

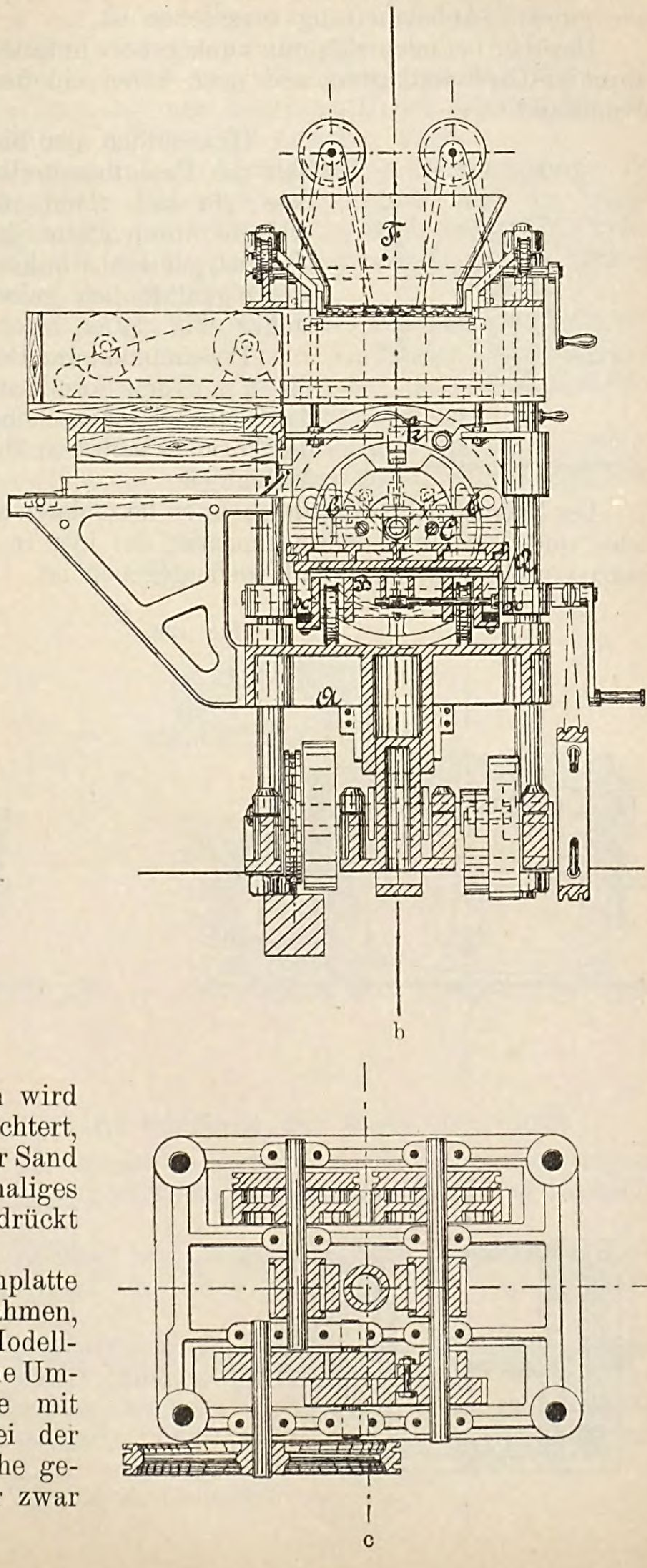


a

Der Sand wird dadurch im Anfang rasch, nach und nach aber, also mit zunehmender Dichte, langsamer gepresst.

Die vierte Curvenscheibe ist verstellbar, um verschieden hohe Kästen pressen zu können, und der Presstisch wird noch durch ein starkes, auf Rollen gehängtes Gegengewicht abbalancirt.

Fig. 196.



Auf dem Tische verkehrt ein Wagen, der aus dem eigentlichen Wagengestelle mit den Rädern u. s.w. besteht und aus einer flach verrippten Platte, welche auf zwei am Gestelle befestigten breiten Wagenfedern ruht und durch eine in der Mitte befindliche Schraubenverbindung festgehalten, ausserdem aber noch in den Ecken durch vier Stifte des Gestelles geführt wird.

In der Schraubenverbindung ist eine mit einem sechsseitigen Prisma verbundene Drehvorrichtung eingeschaltet, welche, je nachdem eine Seite oder eine Ecke des Prismas einen die Schraubenverbindung verbindenden Bügel streift oder drückt, die Platte etwas herunterzieht oder nicht.

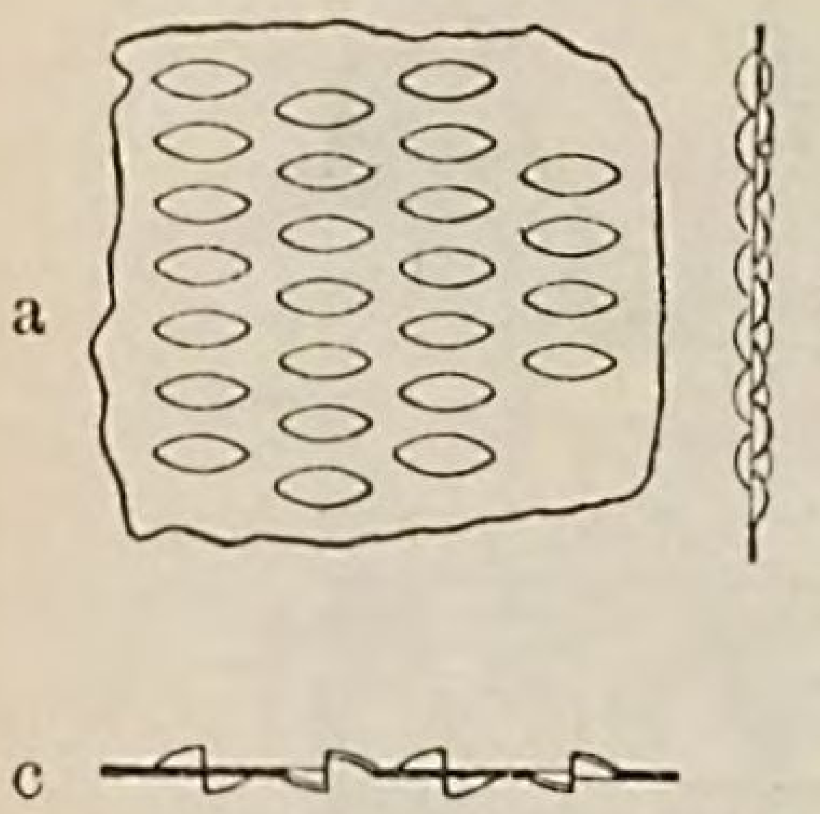
Die Ablösung der Modellplatte nach geschehenem Abformen wird hierdurch sehr erleichtert, und auch abgefallener Sand kann durch nochmaliges Pressen wieder angedrückt werden.

Auf dieser Wagenplatte liegt zunächst ein Rahmen, darauf dann die Modellplatte, mit welcher eine Umdrehvorrichtung, die mit allem zusammen bei der Pressung in die Höhe gehoben wird, in einer zwar

lös- oder verstellbaren, aber doch festen Verbindung ist, wobei wieder eine gewisse Abbalancirung vorgesehen ist.

Darüber befinden sich nun zunächst ein in festem metallenen Rahmen fahrbarer Grobsandkasten und noch höher ein festes Sieb für feineren Modellsand.

Fig. 197.

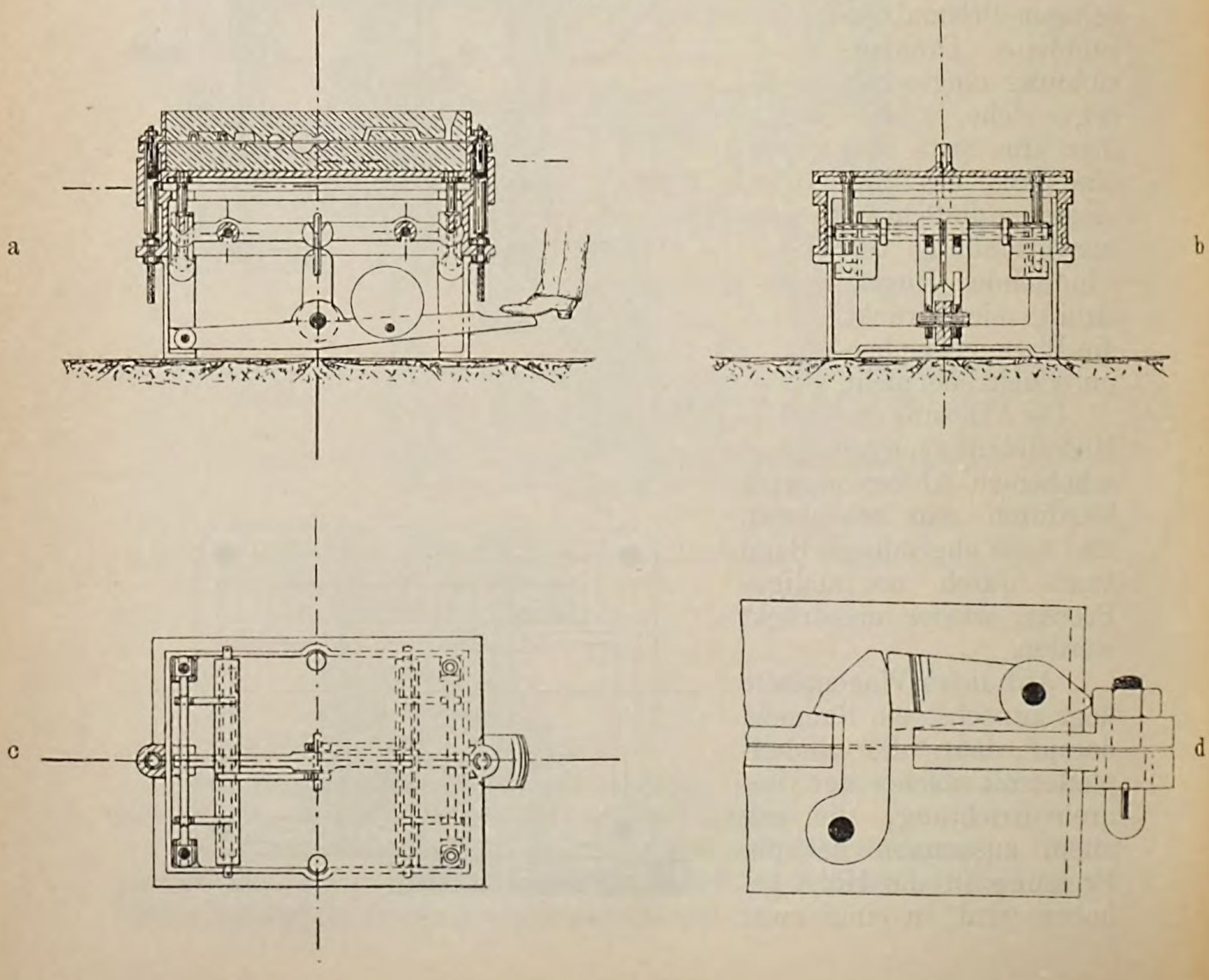


Hinsichtlich der Siebconstructionen enthält die Patentbeschreibung die Bemerkung, dass, da sich Sand im feuchten Zustande schlecht durch glatte Siebe reiben liesse, der Versuch gemacht worden sei, raspelartige Siebe aus eigenthümlich gelochten Blechen herzustellen (Fig. 197 a, b, c).

Pressrahmen und Pressklotz werden theils direct auf den Formkasten gesetzt, theils von der Seite her eingeschoben, und die Procedur des Formens selbst ist ähnlich wie bei anderen Maschinen.

Die Patenschrift bringt noch einen besonderen automatischen Kästenricht- und Zusammenstellungsapparat, der hier in Fig. 198 a, b, c, d im Ganzen und in einem Detail wiedergegeben ist.

Fig. 198.



Eine gehobelte Tischplatte hat innerhalb des Rahmens oder Mantels der Vorrichtung durch vier Bolzen Führung in vier Ansätzen des Gestelles und kann sich darin auf und ab bewegen.

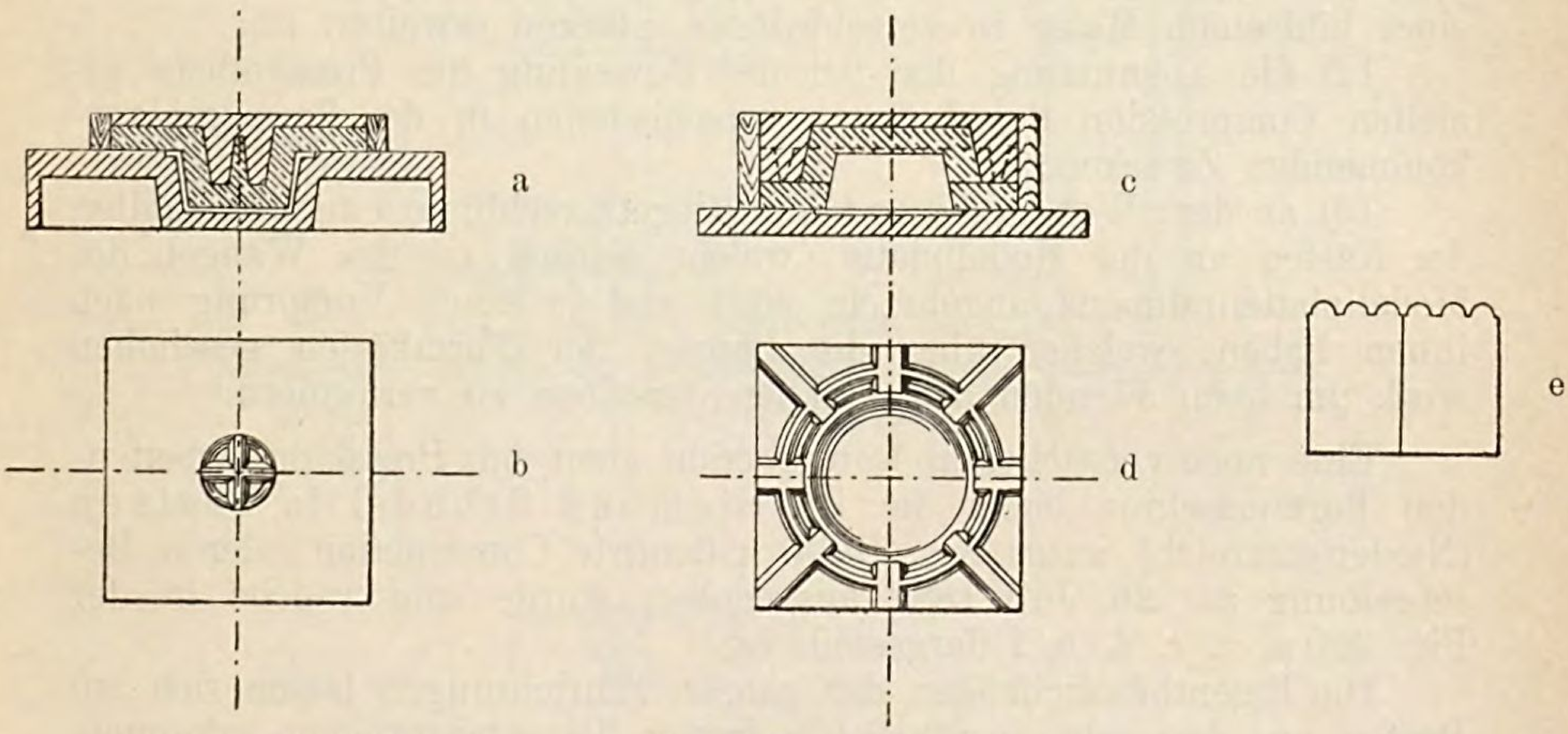
Die vier Bolzen stehen unten in vier Schuhen zweier Bügel, die in dreiarmigen, gewöhnlich waagerecht liegenden Hebeln hängen, die man durch eine Trittvorrichtung mit Gewicht bewegen kann.

Wird der Unterkasten auf die Tischplatte gestellt, so sinkt dieselbe durch das entstandene Uebergewicht herunter, und die Löcher der Kastenansätze fangen sich um weitere ausserhalb befindliche cylindrisch abgedrehte Bolzen, die mit Doppelmuttern verstellt werden können, je nachdem der Kasten hoch oder niedrig ist.

Wird der Oberkasten aufgesetzt, so führen sich seine Stifte in die Bohrung der erwähnten Bolzen und man kann den Kasten fest zuschlagen, wozu bei grossen Kästen noch die Wirkung der unter d abgebildeten Verschlussvorrichtung kommt, die leicht verständlich ist.

Noch giebt die Patentschrift das Fig. 199 a, b und c, d verdeutlichte System von Pressklötzen, wegen dessen genauerer Beschreibung auf die Schrift selbst verwiesen werden muss.[1])

Fig. 199.



Die Ansprüche sind sehr zahlreiche und folgen hier unten:

„1) Anwendung der gezahnten Curven zur Bewegungsübertragung auf den Pressapparat *A* mit wechselnder Geschwindigkeit und wechselnder Druckwirkung;

2) die Ablösevorrichtung des Wagens *B* in Verbindung mit der gezeichneten Wagenfeder *H* oder einer Spiralfeder oder einem Gummipuffer;

3) an dem Wendeapparat *C* die Construction des Modellplattenlagers, welches aus einem Rahmen Q_1 für verschiedene Einlagen zu den beschriebenen Zwecken besteht, in der Art, dass es zur Drehzapfenmitte vertikal, je nach Kastenhöhe, in seinen Ruhepunkten ver-

1) Die Skizze Fig. 199 e ist nicht erläutert.

stellbar ist, wozu die Ketten und Kettenrollen i^4 und Kuppelungen b^1 und b^4 in Verbindung mit den Gewichten f^6 und Einklinkvorrichtung k angewendet werden, damit der Wenderahmen beim Wenden auch gleichzeitig gehoben wird;

4) die Anwendung des elektrischen Stromes zur Auflösung der Adhäsion zwischen Form und Modellen;

5) die Führung des Pressrahmens und die Anordnung der Abstreichvorrichtung am Pressrahmen;

6) der fahrbare Pressdeckel und dessen Widerlager;

7) die Lagerung des getrennten Sandkastens F für den Modellsand mit darunter liegender Siebvorrichtung;

8) die Anwendung eines Siebbleches mit zur Blechebene einseitig liegenden halbcylindrischen Durchbiegungen, deren beide Endöffnungen die Sieblöcher bilden;

9) der automatische Kastenrichtapparat zum Zwecke der Aufeinander- und Zusammenstellung der Kästen;

10) der automatisch wirkende Kastenverschluss, wie in Fig. 198 d gezeichnet;

11) das Verfahren, die Pressklötze durch Abguss auf einer Modellplatte herzustellen, welche durch Auflegen von Guttapercha oder sonst einer bildsamen Masse in verschiedenen Stärken erweitert ist;

12) die Ausnutzung der bei der Bewegung des Presskolbens erzielten Compression der Luft zu verschiedenen in der Formerei vorkommenden Zwecken;

13) an dem Wenderahmen C die Riegelverschlüsse b zum Festhalten der Kästen an der Modellplatte, welche seitlich an den Wangen des Modellplattenrahmens angebracht sind und je einen Vorsprung nach innen haben, welcher über die Lappen der Formkästen geschoben wird, um beim Wenden das Abfallen derselben zu verhindern.“

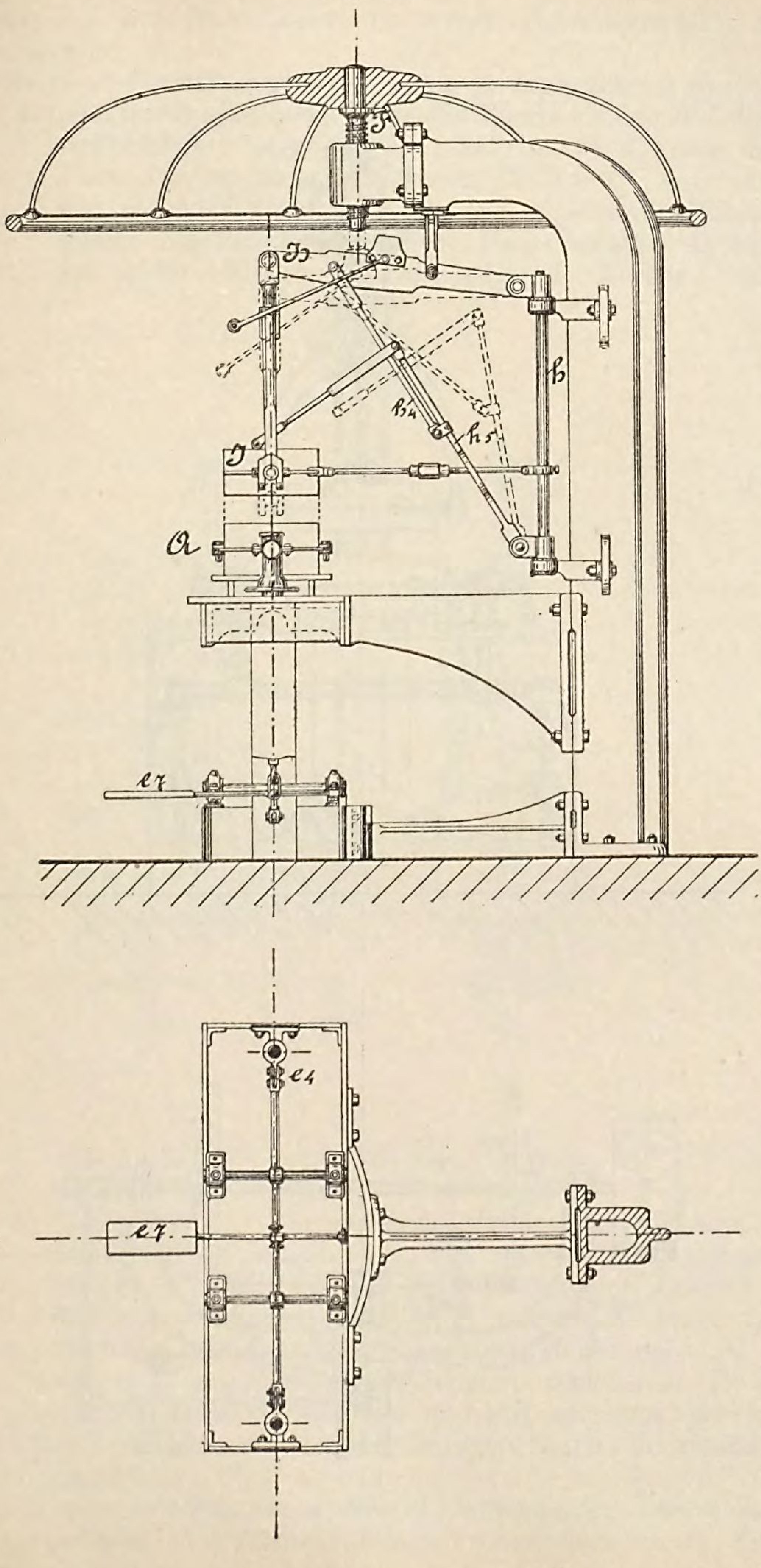
Eine noch verwickeltere Construction einer mit Pressklotz arbeitenden Formmaschine bietet die Dr. Sigmund Schudel in Traisen (Niederösterreich) unter Nr. 40006 patentirte Construction, deren Beschreibung am 26. Juli 1887 ausgegeben wurde und welche in der Fig. 200 a, b, c, d, e, f dargestellt ist.

Die Eigenthümlichkeiten der ganzen Einrichtungen lassen sich am Besten aus den sehr ausführlich gefassten Patentansprüchen erkennen, die hier folgen und eine Beschreibung überflüssig machen.

Dieselben lauten:

„1) Bei einer Formmaschine zur Herstellung von Sandformen mittelst Modellplatten eine nicht nur um die eigene Achse drehbare, sondern auch zum Heben und Senken eingerichtete Modellplatte A in Verbindung mit einem Pressklotz I, welcher mittelst eines Gestränges an einem in der Vertikalebene beweglichen, in gehobener Stellung fixirbaren einarmigen Hebel H hängt, ferner mit einer vertikalen Welle h, welche den Drehbolzen dieses Hebels trägt und mit einer Schraubenspindel F, welche auf den einarmigen Hebel H niedergeschraubt werden kann, so dass man nach dem Einpressen von Sand in die auf einer Fläche der Modellplatte befestigte Formkastenhälfte den Pressklotz in gehobener Stellung fixiren und dann nach Art eines Krahnes zur Seite wenden kann, um

Fig. 200.

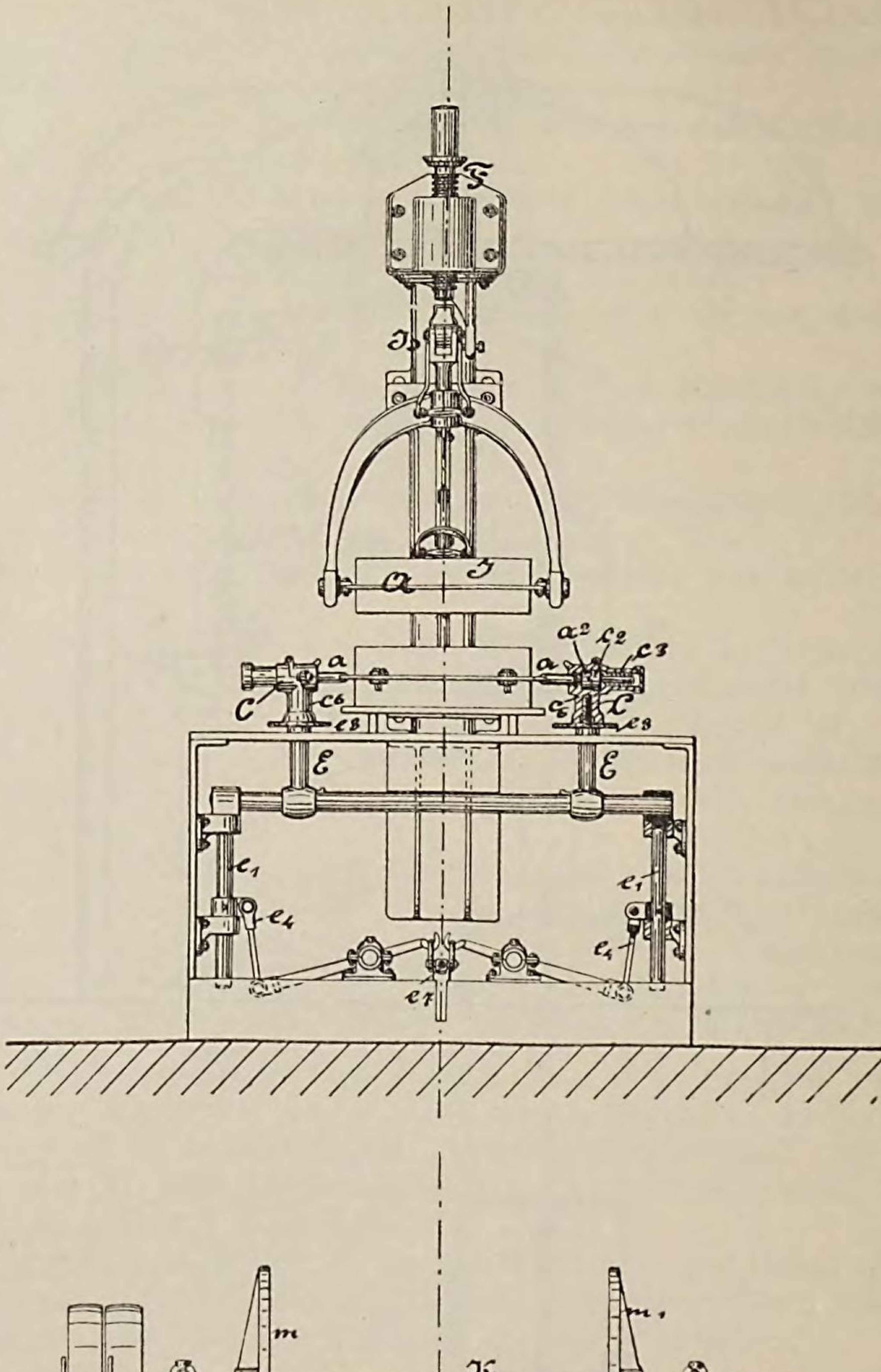


a

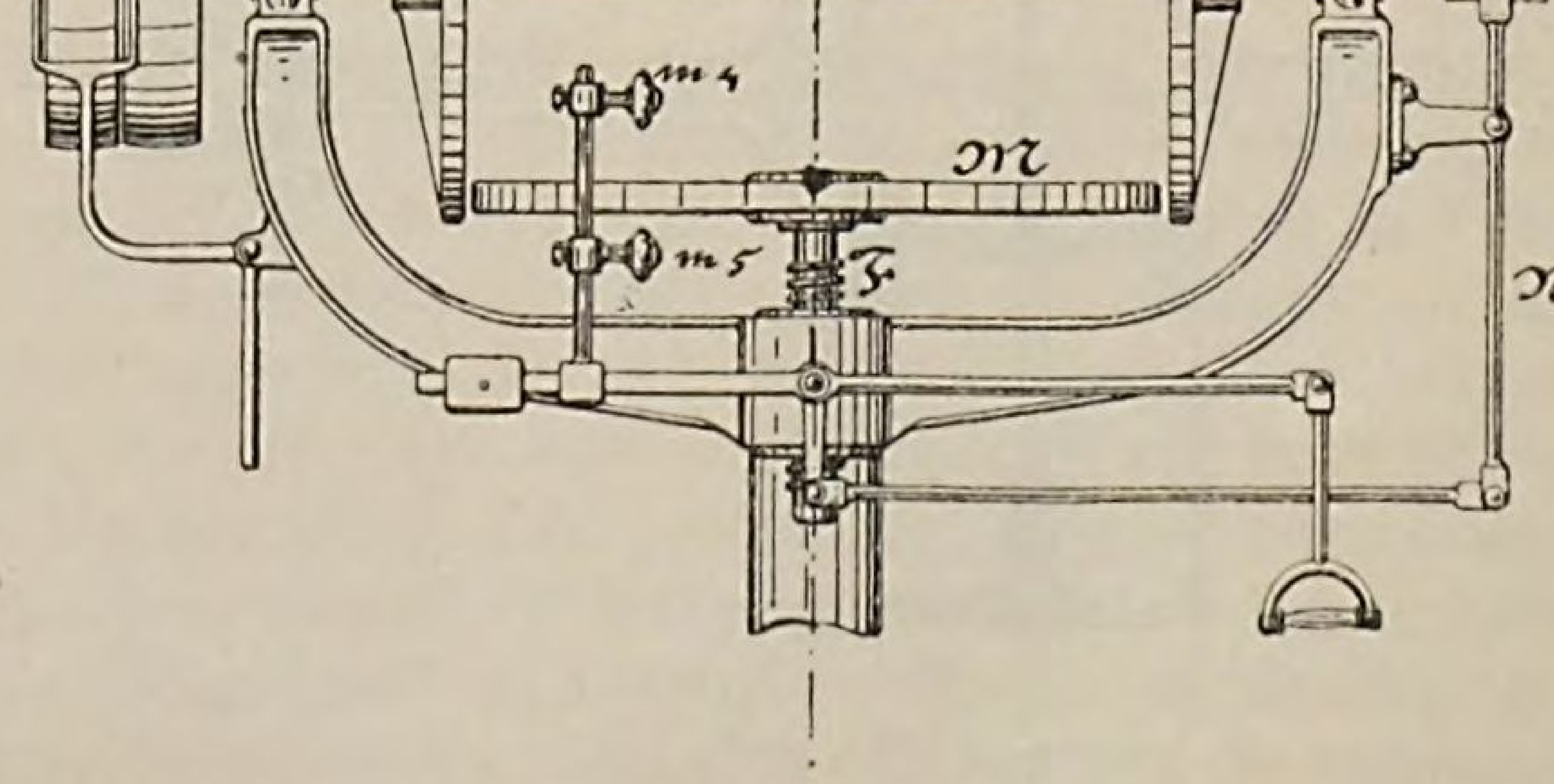
c

Fig. 200.

b



d

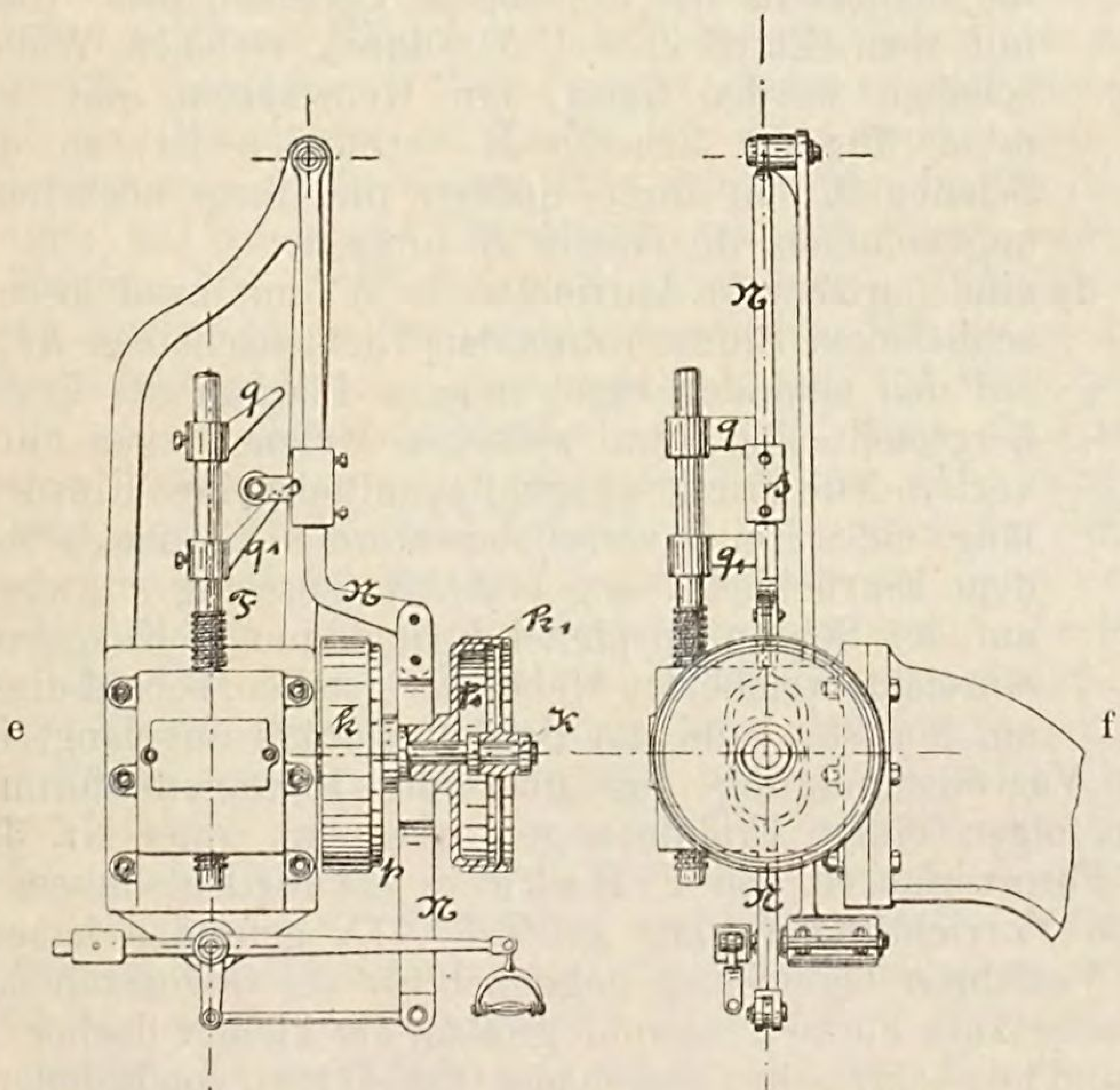


hierauf die Modellplatte zu heben, um 180° zu wenden und wieder zu senken und auf diese Weise die zweite Formkastenhälfte arbeitsbereit zu machen;

2) bei einer Formmaschine der unter 1) angegebenen Einrichtung:

a) eine durch eine Feder c^3 an die Endfläche der Modellplattenwellenzapfen angedrückte, nicht um ihre Achse drehbare Platte, wobei einer von diesen Theilen C^2 zwei um 180° von einander abstehende, mit einseitigen Schrägflächen versehene Ansätze oder mehrere Paare solcher Ansätze und der andere Theil a^2 correspondirende Kerben besitzt, so

Fig. 200.



dass die Modellplatte nach jeder Drehung um 180° in ihrer Stellung fixirt wird;

b) Lagerbüchsen C für die Modellplattenwellenzapfen a, welche Lagerbüchsen mittels an ihre Unterfläche angegossener Hülsen c^6 lose auf die zum Heben und Senken eingerichteten vertikalen Stangen E aufgesteckt sind, in Verbindung mit den Muttern sammt Handrädern e^8, welche auf dem mit Schraubengewinden versehenen Theile der Stangen H beweglich sind und das langsame Abheben der Modellplatte A von der vollgepressten Formkastenhälfte gestatten;

c) zum Zwecke, den Hebel H, welcher den Pressklotz trägt, in gehobener Stellung fixiren zu können, ein am Hebel H

und an der denselben tragenden Welle h befestigter Kniehebel h^4 h^5, von welchem ein Schenkel einen Anschlag für den anderen bildet, so dass der Kniehebel sich, nachdem er etwas über die gestreckte Stelle hinausbewegt worden, versteift;

d) zum Zwecke, eine und dieselbe Maschine für verschiedene grosse Formkästen verwenden zu können, die Verbindung des durch ein Pedal e^7 in Function zu versetzenden Hebelsystems zum Heben der Modellplatte durch ein verstellbares Gelenkstück e^4 mit den vertikal geführten Trägern e^1;

e) eine quer über die Schraubenspindel F, welche eine Tangentialscheibe M trägt, verschiebbare rotirende Welle K, die beiderseits der Scheibe M Scheiben $m m^1$ trägt, wobei mit dem Einrückhebel N, durch welchen Welle K verschoben werden kann, ein Hebelsystem mit Anschlägen $m^4 m^5$ für die Scheibe M verbunden ist, so dass diese Scheibe M, in ihrer tiefsten und ihrer höchsten Stellung angekommen, die Welle K umstellt;

f) eine horizontale Antriebswelle K' mit zwei losen, in verschiedenem Sinne rotirenden Riemenscheiben $k k_1$, welche auf den einander zugewendeten Flächen als Frictionskegel hergestellt sind, und zwischen welchen zwei mit einander verbundene Frictionskegel $p p_1$ mittelst eines Einrückhebels N längs eines Keiles verschoben werden können, wobei ein an dem Einrückhebel angebrachter Anschlag s zwischen zwei auf der Schraubenspindel F angebrachte Knaggen $q q_1$ hineinreicht, welche den Hebel N verstellen, sobald die Spindel F am höchsten und am tiefsten Punkte angelangt ist.“

Zur Vervollständigung des über die Pressplattenformmaschinen Gesagten folgen einige Erläuterungen über ein unter Nr. 32 580 patentirtes Formverfahren von F. Hahn in Laasphe, dessen Bestandtheile und Vorrichtungen Platz auf Taf. XIX gefunden haben.

Das Verfahren eignet sich angeblich für alle Gegenstände, ganz besonders aber zum Formen sowohl grosser als kleiner flacher, sowie gebogener und mit Eckschuhen versehener Ofenplatten, von Rahmen, Kappen, Dachfenstern, Töpfen von conischer Form u. s. w. und besteht im Wesentlichen darin, dass den Patentanspruch ausmachende, mit Sand gefüllte Rähmchen in die ebenfalls mit Sand gefüllten Formkasten gepresst werden, wobei der Sand verdichtet und gleichzeitig die Form des Modells in denselben eingedrückt wird.

Zur Ausführung dieses Verfahrens findet am zweckmässigsten eine Maschine Anwendung, wie sie in Fig. 1, 2, 3, 4 u. 5 der beiliegenden Zeichnung dargestellt ist.

Auf vier Böcken ruhen zwei in T-Eisen ausgeführte Wangenstücke, die zu beiden Seiten der Pressvorrichtung einen Wagen mit einer Aushebevorrichtung, der aber in Fig. 3 u. 5 nur einmal dargestellt ist, tragen. Auf den mittleren Böcken sind vier Säulen angeordnet und auf diesen oben ein Kreuz, das in der Mitte die Schraubenmutter für eine durch ein Schwungrad zu bewegende Spindel enthält, an welch' letzterer sich die Druckplatte befindet. Diese erhält eine möglichst

gerade Führung durch vier in den Büchsen des Kreuzstückes gehende Cylinder. Anstatt des hier dargestellten Bewegungsmechanismus kann auch nach Belieben eine Hebelvorrichtung, die wieder durch Zahnräder in Bewegung gesetzt wird, Anwendung finden.

Auf das eigentliche Verfahren nun übergehend, muss zunächst das Formen von flachen Platten betrachtet werden. Die dabei in Anwendung kommenden Formplatten dürften als bekannt angesehen werden. Hier bestehen dieselben ganz einfach aus einer ca. 4 mm starken Eisenplatte, auf welcher sich an der einen Seite die am besten aus Messing gegossene Modellplatte und an der anderen die Leisten u. s. w. befinden. Ausserdem sind die Blechplatten mit den erforderlichen Löchern für die Führungsstifte versehen. Beim Formen setzt man nun die Formplatte mit der einen Fläche auf einen Tisch oder dergleichen, sodann auf die andere Seite ein Rähmchen *f* und befestigt an dieses den Formkasten *g* mittelst mehrerer vor dem Pressen wieder zu entfernender Stifte; hierauf füllt man Rähmchen und Kasten mit Sand, wobei man denselben mit der Hand etwas an die Kastenwand drückt, legt weiter das Kasten- oder Formbrett auf Sand- und Formkasten, wendet diesen und stellt ihn auf den Wagen, wie in Fig. 1 u. 3 gezeichnet. Nunmehr wird ein zweites mit den nöthigen Sandleisten versehenes Rähmchen *k* auf die Formplatte gestellt, alsdann, dieses umschliessend, auf vier Spiralfedern ruhend, die andere Formkastenhälfte, und wird dann die Sandfüllung vorgenommen, wobei man gleichzeitig den Trichter mit aufstellt. Endlich legt man noch das hölzerne Druckbrett, das wegen der Stifte durchlöchert sein muss, auf Kasten und Sand und schiebt dann den Wagen unter die Druckplatte, um die Pressung vorzunehmen. Nachdem dies geschehen und das zweite Rähmchen durch Flügelschrauben befestigt ist, auch die Federn weggenommen sind, wird der Wagen wieder unter der Pressvorrichtung weggeschoben und mittelst eines in Fig. 1 u. 3 erkennbaren Hebels und der vier Bolzen *v* zunächst der Oberkasten vom Modell und dann die Modellplatte vom unteren Kastentheil abgehoben. Nachdem nun Oberkasten und Modellplatte entfernt, wird die Sandform mit Kohlenstaub bestäubt, die Modellplatte wieder eingelegt und ein wenig nachgedrückt. Nach dieser Manipulation setzt man die beiden Kastenhälften wie auch bei der Handformerei zusammen, lockert die Schrauben und hebt die Kästen nach einander von der mit den Rähmchen umgebenen Sandform, um sie zum weiteren Formen zu verwenden. Es sind auf diese Weise zur Herstellung vieler Sandformen nur ein, rationeller wohl zwei Paar Formkastenhälften nothwendig und fallen somit die bei anderen Formmethoden dafür entstehenden Kosten weg. Diese Formkastenhälften bedürfen keiner so grossen Höhe wie bei der Handformerei, und zwar keiner höheren als zum Verdichten des Sandes nothwendig ist, wozu in den meisten Fällen 4—6 cm genügen. Der oberen Kastenhälfte kann die zur Erzielung des nothwendigen Druckes beim Giessen erforderliche Höhe gegeben werden; zweckmässiger aber ist es, auch diese nicht höher als 5—6 cm zu nehmen und die gewöhnliche Trichterhöhe dadurch herzustellen, dass man entsprechende Kästchen auf die obere Sandfläche setzt. Diese Kästchen lassen sich auf leichte Weise an die in der Skizze nicht angegebenen Stäbe am Formkasten befestigen, die auf den mit Sand ge-

füllten, aber noch nicht gepressten Kasten gesetzt werden und den Zweck haben, die grössere Verdichtung des Sandes an diesen Stellen herbeizuführen und ein theilweises Verstampfen überflüssig zu machen. Der gleiche Zweck wird durch einen Beschleunigungsrahmen verfolgt und erreicht; nebenbei soll durch denselben aber auch durch beim Giessen aufzulegende Gewichte eine gleichmässige Beschwerung der Form herbeigeführt werden. Es bietet die geringe Höhe der Kästen verschiedene nicht zu unterschätzende Vortheile; zunächst verringert sie ganz beträchtlich das Gewicht der Kasten, wodurch die Arbeiter nicht so rasch ermüdet werden; dann erfordert die Füllung der niedrigeren Kasten natürlich auch weniger Zeit zum Füllen und ganz besonders zur Herrichtung des Sandes; die dadurch gewonnene Zeit kann also zur eigentlichen Formarbeit herangezogen werden. Die zweckmässigste Höhe der Rähmchen resp. Kasten muss natürlich durch Probiren gefunden werden; dabei kann zugleich durch verschiedene Höhe des oberen und unteren Rähmchens auch eine verschiedene Dichtung des Sandes im Ober- und Untertheil herbeigeführt werden. Die Rähmchen haben bei flachen Platten ebene Flächen, bei gebogenen Platten oder solchen mit Eckschuhen müssen sowohl sie wie auch die Formplatten die entsprechende Gestalt erhalten. Das Formen von Töpfen conischer Form geschieht im Allgemeinen wie auch bei den Platten. Da die Kästchen des oberen Kastentheiles keine sogenannten Sandträger erhalten, so kann auf die entsprechende Seite der Modellplatte (Fig. 4) zunächst der Kasten und auf dessen Sand das Rähmchen gesetzt werden. Die Stifte an dem Kasten sollen, nachdem letzterer mittelst des Hebels von der Modellplatte abgehoben ist, beim weiteren Abheben mit der Hand und dem Zusammensetzen der beiden Kastenhälften den Weg zeigen; die eigentliche Führung bilden vier Lappen auf den Seitenmitten. Um diese nicht allzu lang nehmen zu müssen, kann auch die Reihenfolge der Kasten und Rähmchen so genommen werden, dass das Rähmchen auf dem Kastenbrette ruht und der Kasten durch Federn in der Schwebe gehalten wird. Die Ohren werden durch Einsetzen von Kernen angebracht; entsprechende Kernmarken finden sich am Modell.

Was die Vortheile des Verfahrens anbelangt, so leuchtet die Einfachheit desselben sowohl wie auch der dazu erforderlichen Maschine ein. Letztere verursacht daher nur geringe Herstellungs- und damit zusammenhängend niedrige Zins- und Amortisationskosten. Ausser den hierdurch erzielten Vortheilen und jenen, welche in jedem Falle die Anwendung von Formplatten mit sich bringt, hat das Verfahren vor anderen Methoden, ausser den bereits berührten, voraus, dass die Formplatten billig herzustellen, leicht verwechselbar sind; dass das Bestäuben der Form mit Kohlenstaub und das Eindrücken des Modells in Letzteren rasch und intensiv geschehen kann; endlich aber gestattet das Verfahren auch die Anwendung bei Gegenständen, die in sogenannten geschnittenen Kasten geformt werden müssen, nur sind hierbei keine Abhebekasten zu gebrauchen und zu jeder Form auch immer eine Grundplatte und vier Kastentheile erforderlich. Das Verfahren zur Herstellung solcher Formen ist durch die beiliegende Skizze Fig. 6 u. 7 ebenfalls dargestellt. Auf eine mit einem Ansatz versehene Platte wird die aus zwei Theilen

bestehende Kernbüchse gestellt und in dieser der Kern aufgestampft, welcher die Trichteröffnung sammt den Läufen für das Metall enthält. Die Formplatten Fig. 10 werden mit einem Winkel von 45° angefertigt und erhalten Löcher für die Führung. Die einzelnen Kastentheile sind mit Lappen versehen, die sowohl durch in dieselbe gebohrte Löcher zum Centriren als auch zur Führung dienen, für welch' Letztere die vorhin erwähnte Platte die Einschnitte, die man in Fig. 7 leicht erkennt, besitzt. Beim Formen wird das Kastenstück Fig. 11 mit Sand gefüllt und darauf das auf Federn ruhende, aus zwei Theilen bestehende Rähmchen gesetzt. Nachdem dies geschehen, wird die Pressung vorgenommen und erhält dann der Sand die punktirt angegebene Form. Sodann wird das Rähmchen weggenommen und endlich das Kästchen auf die erwähnte Platte gestellt und an den Kern gerückt und, nachdem ein Gleiches mit den weiteren Kastentheilen geschehen, die Form verklammert. Ebenso wie bei diesem Beispiel ein viereckiges Kästchen genommen ist, kann das Verfahren auch gerade so bei runden Säulen zu Oefen u. s. w. angewandt werden.

Die übrigen Skizzen stellen verschiedene Beispiele von Ausführungen nach dieser Methode vor, über welche der Erfinder noch gern weitere Auskunft giebt.

Zum Schlusse und ohne alle meist patentirten Neuheiten auf dem Gebiete der Formmaschinen weiter zu berühren, welche doch wesentlich Nebensachen betreffen können, da die meisten Hauptstücke jeder Formmaschine geschützt gewesen sein dürften, bezw. das Prädicat der Neuheit nicht mehr besitzen, soll nur noch der der Firma S. Oppenheim & Co. in Hainholz bei Hannover gehörigen hydraulischen Formmaschine unter Hinweis auf die Taf. XX gedacht werden, zu welcher Letzteren die mit dankenswerther Liberalität gestattete eingehende Besichtigung der Arbeiten u. s. w., sowie mannigfache Auskünfte über die Einrichtungen der Maschine das Material gegeben haben.

Das Gerüst der Maschine besteht aus einem die hydraulische Druckvorrichtung einschliessenden Fundamentstück, welches durch zwei kräftige Stangen mit dem Oberstück verbunden ist, gegen welches gedrückt werden muss.

An dem Oberstück hängt beweglich und durch ein Gewicht ausgeglichen der Mantel des Oberstückes der Form, der als Kasten dient; die Einzelheiten dieser Aufhängungsbewegung sind aus der Zeichnung leicht verständlich, welche zeigt, wie mit einem langen Hebelarm die Bewegung des Mantelstückes bewirkt und mit einem kleinen Stellrade die Bewegung gesperrt bezw. der Mantel aufgehängt werden kann, wenn er ausser Gebrauch ist.

Auf einer besonderen Säule, Fig. 2 u. 4 links, gleitet noch eine Büchse, die aber nach unten zu nicht unbegrenzt sein kann, sondern auf einem Wulst der Säule oder Führung liegen bleiben muss.

Diese Büchse trägt die Modell- oder Formplatte, deren Gestalt oder Umriss man aus Fig. 5 recht deutlich erkennen kann und welche mit einem hakenförmigen Ende sich um die eine Stange herumschlägt, während auch für die nächste Stange eine den sicheren Anschlag vermittelnde Auskehlung vorgesehen ist.

Die Druckvorrichtung ist doppelt, insofern als zwei Kolben in einander stecken, von denen jeder eine besondere Wasserzuleitung hat und die sich dabei gegenseitig führen. In Fig. 4 ist ein Durchschnitt gezeichnet, welcher beide Kolben in tiefstem Stande und fest auf einander stehend darstellt.

Der äussere Kolben, mit einer Stopfbüchse unten verschlossen, durch welche das Speiserohr des inneren Kolbens führt, ist von Metall gegossen, der innere von Stahl oder Eisen.

Der äussere trägt oben die Stopfbüchse des inneren Kolbens und mittelst eines eigenthümlich gestalteten Kopfstückes den Mantel für den Formuntertheil, der ebenfalls auf den beiden Gerüststangen sicher geführt sein muss.

Der innere Kolben trägt eine in den eben gedachten Mantel hineinpassende Druckplatte und an seinem Kopfe noch einen Sandschirm, um die Gleitfläche des metallenen Kolbens zu schützen.

Das Verfahren ist nun sehr einfach. Jede Kastenhälfte bekommt mit aufgesetztem Füllapparat genau die erforderliche Sandmenge, welche ohne Mitspiel der Formplatte so weit comprimirt wird, dass man endlich nur so viel Sand einwirft, um die eigentliche Formarbeit zu beginnen. Man füllt dann auf und drückt nunmehr von unten und mit beiden Kolben, die Formplatte zwischen den Mänteln fest gepackt, bis man oben an den Vorsatz des Kopfstückes anstösst. Wie oft wiederholt werden muss u. s. w., beruht auf praktischer Erfahrung und lassen sich darüber keine Regeln aufstellen.

Ist das Pressen vorbei, so lässt man beide Kolben sinken, wodurch sich zunächst der Obermantel von der mit heruntergleitenden Formplatte löst, die bei weiterem Niedergange nunmehr auf ihren Haltestellen (Wulst auf der Führungsstange und Anschlag an der anderen Gussstange) liegen bleibt, während der Unterkasten weiter heruntergeht.

Man dreht nunmehr die Formplatte bei Seite und hebt mit der Druckplatte des inneren Kolbens die Sandmasse aus dem unteren Mantel, bis man die Unterfläche des Sandes im oberen Mantel erreicht hat und die Form geschlossen ist.

Man hebt nun weiter und löst dadurch auch die Oberform aus ihrem Mantel, steigt weiter und kann nun den Sandklotz zum Abgusse bei Seite stellen.

Bemerkungen über Schablonenformerei.

Bereits bei Besprechung der Schmidt'schen Formmaschine für Riemenscheiben Seite 352 ist auf die beim Lehm- und in beschränkterem Sinne auch beim Masseguss angewandte Schablonenformerei hingewiesen worden. Man hat ausserdem oft und wiederholt versucht, Formen zusammengesetzterer Art mittelst Schablonen, natürlich auch unter reichlicher Anwendung von Formkästen, herzustellen und dadurch Modellkosten zu ersparen, ohne jedoch eine allgemeinere Einführung der neuen Methoden zu erzielen, da die Eigenthümlichkeit des Formmateriales hier noch mehr mitsprach als bei den Formmaschinen, und da überdies die Verbreitung der Letzteren der Schablonenformerei einzelne Gebiete,

z. B. das der Zahnräder abgenommen hat, welche reichliche Gelegenheit zur Schablonenarbeit geboten haben würde.

Es sind in letzter Zeit Veröffentlichungen über diese Art der Formerei erschienen, unter denen die Schrift von Gofferjé (Leipzig 1879, Baumgärtner) wohl die vollständigste ist.

Derselben sind einzelne besonders interessante Beispiele entnommen und auf Taf. XXI zusammengestellt worden, von denen die Fig. 1—13 sich auf das Formen einer Turbine, aus Druck- und Leitrad bestehend, beziehen, während die übrigen die Formerei eines Stirnrades betreffen.

Es stellen dar Fig. 1 u. 2 die beiden Hauptheile der Turbine, Druck- und Leitrad, Fig. 3 die Schablone zum Drehen der in die schablonirte Form einzulegenden Zellenkerne, Fig. 4 u. 5 den Kernring zum Druckrad und Fig. 6—8 einen Sparkern, dessen Verwendung leicht erkennbar ist. Ferner stellten Fig. 9 die Gussform des Druckrades im Durchschnitt, Fig. 10 die Schablone für den Oberkasten der Form des Leitrades, Fig. 11 die Schablone für den inneren, Fig. 12 für den äusseren Formtheil dar, endlich Fig. 13 die Gussform des Leitrades. (Gofferjé, Taf. I, Fig. 1—35.)

Weiterhin geben Fig. 14 den Schnitt des Stirnrades (Gofferje, Taf. III, Fig. 9), Fig. 15 das Modell eines Armpaares (a. a. O. Fig. 14), Fig. 16 einen Ausheberahmen (a. a. O. Fig. 15), Fig. 17 eine Kernbüchse für Zahnkerne (a. a. O. Fig. 18), Fig. 18 einen zum Einsetzen bereit gestellten Zahnkern (a. a. O. Fig. 19), Fig. 19 einen Einstampfer des Formtheiles zwischen zwei Armen (a. a. O. Fig. 17), Fig. 20 die Schablone für die obere Armfläche (a. a. O. Fig. 10), Fig. 21 die Schablone für die Bearbeitung der Bodenform (a. a. O. Fig. 27), endlich Fig. 22 u. 23 die Gussform (a. a. O. Fig. 16 u. 21).

Diese Hinweise werden genügen, eine Formmethode, die sich ganz wohl in einem Atelier mit bestimmter Praxis nach und nach mit Hülfe geschickter Arbeiter ausbilden kann, zu kennzeichnen. Die Grundzüge davon sind bereits bei der Herdformerei im Sand, besonders der Stirn- und Kammräderformerei besprochen worden, und dies ganze Arbeitsverfahren dürfte sich hauptsächlich für Orte empfohlen haben, wo billige Arbeitslöhne und geeignetes fetteres plastisches Material sich vorfinden. Sicherer sind jedenfalls die Arbeiten in Masse oder Lehm und auch wenig kostspieliger, da auch die Schablonenformerei starke Trocknungen verlangt und mithin auch höhere Unkosten als der gewöhnliche Sandguss.

4. Kapitel.

Von der Ausführung der Giessoperation und dem Herausnehmen der Gussstücke.

Bezüglich der Ausführung der Giessoperation selbst kann nur wenig mitgetheilt werden. Hauptsächlich kommt hierbei die rechte Temperatur des Giessmateriales in Betracht, welche sich je nach den Eigenthümlichkeiten des Materiales richtet und den Erfahrungen gemäss gewählt werden muss.

Bereits im ersten Bande ist bei Besprechung der Erstarrungsvorgänge im Giessmaterial auf den Einfluss des Verlaufes der Abkühlung hingewiesen und auch der Rolle gedacht worden, welche die verschiedenen Ausscheidungen hierbei spielen.

Es mag daran erinnert werden, dass im Allgemeinen solche Ausscheidungen, welche leicht auftreten, wenn strengflüssigere Bestandtheile eines Metallgemisches bei der im Einzelfalle benutzten Giesstemperatur nicht vollkommen flüssig werden, zu vermeiden sind oder vor dem Gusse herausgenommen werden müssen.

Es ist weiter bekannt, dass bei Walzengüssen aus Gemischen, wie sie später noch im Einzelnen bekannt gegeben werden, derartige schwammig oder flockig im Metallbade herumschwimmende Ausscheidungen Veranlassung zur Bildung von Nestern geben, welche eine körnig krystallinische Textur bei der späteren Verarbeitung zeigen und Neigung zur Löcherbildung haben.

In neuester Zeit, wo der Stahlformguss vielfach an die Stelle solcher Gemische getreten ist, arbeitet man in dem Betriebe der Schmelzöfen auf weit höhere und das Flüssigwerden des Satzes vollständig ermöglichende Temperaturen hin, als in jenen Fällen der Walzen- u. s. w. herstellung aus guten Gusseisengemischen, die neben den eigentlichen Stahlmischungen ruhig fortgebraucht werden, namentlich wenn sie mit Hartschalenbildung verbunden sind.

Man muss im Allgemeinen annehmen, dass die Korngrösse in gewissem Sinne der Dauer der Abkühlung proportional oder entsprechend ist und dass infolgedessen das meist wünschenswerthe dichtere Gefüge guter Gussstücke nur bei einer minimalen Dauer der Abkühlung zu erzielen sein wird.

Eine Abkürzung der Abkühlungszeit durch irgend welche Mittel erscheint nicht immer angängig, eher eine Verdichtung durch Druck oder andere Einwirkungen, wie sie ja beim Gusse von Stahlgeschützen nach Whitworth's Vorgang durchgeführt worden ist, oder nach der Methode von Krupp u. A., welche Gase und Explosivstoffe anwenden.

Ein besonderes Licht auf die Abhängigkeit der Gefügebildung bei Metallen werfen die neueren, bereits Bd. I, S. 57 ff. besprochenen mikroskopischen Untersuchungen von metallischen Texturen unter Beachtung verschiedener Abkühlungszeiten.

Man kann aus denselben leicht folgern, wie erheblich bei Veränderungen des Aggregatzustandes von Metallen, also auch beim Erstarren von metallischem Gussmaterial jeder Art, die Unterschiede sein können, je nachdem heiss oder kalt eingeschmolzen oder gegossen wurde, sowie je nachdem durch verschieden rasche Wärmeabgabe der Erstarrungsvorgang verschieden abgekürzt wird.

Es ist bekanntlich ein grosser Unterschied zwischen solchen Metallen oder Metallgemischen vorhanden, welche durch rasches Abkühlen die Ausscheidung härterer Stoffe oder Verbindungen hervorrufen oder befördern, und solchen, bei denen das Auftreten härterer Ausscheidungen gerade durch die raschere Abkühlung erschwert oder ganz vermieden wird.

Typisch für das erstgenannte Verhalten dürften die giessbaren Eisenfabrikate sein, während die Kupferlegirungen, besonders die zinnhaltigen, gute Beispiele für das andere Verhalten gewähren.

Daraus entwickelt sich natürlich ein grosser Unterschied in der Behandlung des Materials beim Giessen, und kann man die Virtuosität des guten Giessmeisters dahin auslegen, dass er in möglichster Vollkommenheit sowohl die Bildung ungeeigneter Gefüge durch zu ausgedehnte oder sonst nicht regelrechte Abkühlung als auch jede Entmischung, namentlich bei Legirungen aus verschiedenen Metallen leicht auftretend, zu vermeiden und zu verhindern wissen muss.

Die Kunstgriffe, wie beides geschieht, sind natürlich vorwiegend empirischer Herkunft, und ihre Kenntniss bleibt deshalb auf enge Kreise beschränkt, die solche als schwer erkauftes Geheimniss gut zu hüten pflegen.

Eine Verbreitung derartiger Kenntniss läuft auch meist auf Bekanntgabe vereinzelter Recepte hinaus, die durchaus nicht für alle Fälle passen, sondern höchstens für absolut gleiche oder ähnliche Fälle, und daher einen nur begrenzten Werth haben können.

So kühl als möglich giessen und die Abkühlung so viel wie möglich abkürzen, vielleicht unter Benutzung eines Abschreckungsverfahrens am entsprechenden Punkte des Abkühlungsverlaufes, dürfte im Allgemeinen die Giessregel sein, bei deren Verwirklichung je nach technischem Instinkt oder Begabung, sowie Erfahrung mehr oder minder gute Resultate sich ergeben und die Folge sein werden.

Noch ist als eigentlich selbstverständlicher Erfahrungssatz hinzustellen, dass dickere, d. h. massigere Stücke mit kühlerem Material gegossen werden können, als dünnwandige oder sonst unmassig gestaltete Dinge, bei denen eine grosse Abkühlungsfläche eine geringe Menge von Gussmaterial umgiebt, oder wo es vor Allem auch darauf ankommt, die Form zu füllen und das Metall in die von der Eingussstelle entferntesten Ecken oder Enden der Form flüssig gelangen zu lassen.

Jedes Gussstück muss auslaufen, und alle Fehlstellen sind, weil schwer und nur für grössere und werthvollere Stücke ausbesserbar, thunlichst zu vermeiden.

Für das Herausnehmen der Gussstücke gilt auch das für die Giessoperation Gesagte noch in höherem Maasse, da lediglich praktische Regeln maassgebend sind.

Selbstverständlich wird das Gussstück erst herausgenommen, wenn seine Masse erstarrt ist, also bei kleinen Stücken, wo die Arbeit eilt, unmittelbar nach der völligen Erstarrung und meist in noch hellglühendem Zustande.

Grosse und massige Sachen brauchen Tage, Wochen und selbst Monate zur völligen Erstarrung und Abkühlung, und es bleibt dann die Beurtheilung des inneren Zustandes solcher Dinge und die Bestimmung des Zeitpunktes für die erste Aufdeckung oder Ausschälung, sowie für die nun folgende Herausnahme (oder im Falle das Stück an seinem Platze bleibt, wie bei Chabottenklötzen, für die Wendung oder Richtigstellung) lediglich der Erfahrung vorbehalten, weshalb denn auch die Anfertigung solcher Stücke oft durch reisende Specialisten (Ireland war ein solcher) geschieht, wobei das Material und die Vorrichtungen, sowie die Arbeitskräfte von dem betreffenden Werke geliefert werden.

Besondere Vorsicht bei der Herausnahme von Gussstücken ist vielleicht nur bei solchen zu beobachten, wo massige Eingusskörper an dünnen Wänden sitzen und beim Abschlagen oder Abbrechen der Ersteren die Letzteren leicht angebrochen werden können und Narben entstehen, welche für die spätere äussere Behandlung unangenehm werden können.

3. Abschnitt.

Von der weiteren Behandlung der Gussstücke, ihrer Bearbeitung, Zusammensetzung und Verzierung.

Ueberall, wo der Giessereibetrieb selbständig arbeitet und grossentheils fertige Waare auf den Markt bringen will, muss er sich selbstverständlich auch mit der Vollendung der Gusswaaren, die aus der Putzerei hervorgehen, befassen. Nur wo in gewissem Interesse eine Arbeitstheilung angemessen erscheint, wird besonders die feinere und künstlerische Vollendung Anderen überlassen und lediglich für die Massenherstellung der Rohgusswaare Sorge getragen.

Doch ist dieser Fall wohl der seltenere, und wer das Geschäft in der Hand behalten will, wird für die thunlichst vollkommene Vollendung seiner Producte Sorge tragen und eine Menge von Verhältnissen studiren müssen, die zum Theil der Technik der Eisengiesserei selbst fern stehen.

Heutzutage haben sich daher die für den Handel arbeitenden Giessereien mit allen möglichen Vollendungsarbeiten zu befassen; sie müssen die rohe Waare, dem augenblicklichen Geschmack des Publikums entsprechend, vertreten durch die einführenden Kaufleute, in stets neuer und origineller Art veredeln und verzieren, ohne dass es viel kostet, denn Gusseisen ist kein Material, das zu grosser Auslage für Form und Farbe, d. h. Ausstattung reizt, und sein Materialwerth ist fast Null.

Die zu diesem Abschnitt gehörigen Arbeiten sondern sich von Alters her in folgende Gruppen, von denen die erste eigentlich ein integrirender Theil jeder Giesserei ist, denn die Bearbeitung der rohen Gusswaare durch Putzen oder Schleifen, sowie daran anschliessend durch einfachere mechanische Hülfsmittel gehört theilweise zur Herstellung verkäuflicher **roher**, d. h. nicht weiter besonders veredelter Gusswaare.

Die andere Gruppe von Arbeiten ist eher von der eigentlichen Giesserei unabhängig, obschon sie meist im Zusammenhange mit derselben stattfinden.

Zuerst ist die Zusammensetzung der bearbeiteten Gussstücke zu grösseren Gegenständen, sowie die erforderliche Beschlagsarbeit hierbei, z. B. bei Grabgittern, Baugusswaaren u. s. w., zu besprechen, da dieselbe fertig sein muss, ehe an weitere Vollendungsarbeit gedacht werden kann.

Dann folgt die Verzierung der bearbeiteten und zusammengesetzten Gegenstände durch Anstrich, Emailliren und Herstellung fremder Metallüberzüge auf verschiedenem Wege — Arbeiten, welche, besonders früher, grosse Bedeutung für einzelne Artikel hatten und noch haben.

Neuerdings hat sich der Schwerpunkt der Anwendung der Methoden etwas verschoben, und während z. B. das Emailliren der gusseisernen Poterie fast ganz verschwunden ist, tritt in immer steigendem Maasse das Emailliren von Oefen und anderen Gegenständen in den Vordergrund, wobei allerdings besondere Theilindustrien mit concurriren.

1. Kapitel.

Von der Bearbeitung der rohen Gusswaaren durch Putzen, Schleifen und durch besondere (einfachere) maschinelle Hülfsmittel.

Nachdem die Gussstücke nach einer der beschriebenen Methoden hergestellt und von der Hauptmasse des Formmaterials, im Sonderfalle auch von den Hauptrüstungen u. s. w. befreit worden sind, gelangen sie in die Hände der Putzer, welche den anhaftenden Formsand, die Eingüsse, soweit dieselben nicht in der Formerei selbst entfernt werden können, die Lufttrichter und Steiger entfernen und die oberflächlichen Fehler, soweit sie kein Verwerfen des Gussstückes bedingen, beseitigen.

Dann kommen die so fertig gestellten Stücke zur Abnahme und werden gewogen, um das der Formerei abzulohnende Rohgewicht zu ermitteln und zu buchen. Dieses Rohgewicht erfährt nur dann bezüglich der Lohnsberechnung eine Aenderung, wenn die Lufttrichter und Steiger sich zu verlornen Köpfen entwickeln, welche dann nach dem Wiegen auf der Drehbank abgeschnitten werden müssen. Das Rohgewicht muss indessen stets auch inclusive dieser Abfälle festgestellt werden, um den Betrieb der Schmelzöfen überwachen zu können.

Eine weitere Bearbeitung erfahren die geputzten und gewogenen Gusswaaren vielfach zunächst und oft lediglich durch Schleifen und Poliren, eine Arbeit, welche vielfach in directer Verbindung mit dem Putzen ausgeführt wird und welche meist zum unmittelbaren Gebiet der Giesserei gehört. Dann wandern die Stücke, soweit dieses ihrer Bestimmung entspricht, zu den anderen Bearbeitungswerkstätten. Die Letzteren sind mit Drehbänken, Bohr- und Hobelmaschinen ausgestattet und bilden gewissermaassen einen unbestimmten Uebergang zur Maschinenfabrikation, welche sehr oft der Abschluss einer selbständig arbeitenden Giesserei ist. Es giebt keine Giesserei, welche nicht gezwungen ist, einzelne Gusswaaren bis zu einem gewissen Grade zu bearbeiten, und aus diesen Anfängen entwickelt sich dann ganz naturgemäss ein verschieden grosses Atelier, dem Beschäftigung zu geben einzelne Zweige des Giessereibetriebes allmälig erweitert und ausgedehnt werden müssen.

Da diese Bearbeitungen genau mit denen übereinstimmen, welche in den Maschinenfabriken ausgeführt werden, und da man zur Ausstattung einer solchen Werkstätte am Besten thut, sich an eine leistungsfähige Werkzeugmaschinenfabrik zu wenden, so fällt jede Nothwendigkeit fort, das Bohren, Drehen, Hobeln und Fraisen der Gussstücke hier in einem Specialhandbuch ausführlich zu beschreiben.[1]) Ein Werk, welches in erschöpfender Weise den Gegenstand behandelte, leider aber eine neuere Bearbeitung nicht erfahren, war das mehrfach genannte Wiebe'sche Werk: Die Maschinenbaumaterialien und ihre Bearbeitung (Stuttgart 1858, Mäcken); dann ist ein umfangreiches Buch von Guettier: De l'emploi pratique et raisonné de la fonte de fer (Paris 1861, Lacroix) anzuführen. In diesen und ähnlichen Werken kann der Giessereitechniker sehr vieles finden, was bei der Bearbeitung des Gusseisens durch schneidende Werkzeuge von Wichtigkeit ist.

Der Stoff in diesem Kapitel zergliedert sich hiernach eigentlich in nur zwei Theile:

A. Das Putzen der Gusswaaren.

B. Das Schleifen der Gusswaaren, wozu noch als

C. Die Verwendung der Abfälle der Giesserei tritt.

A. Das Putzen der Gusswaaren.

Das Putzen der Gusswaaren besteht hauptsächlich in dem Reinigen der Gussflächen von dem anhängenden Formmaterial und in dem Entfernen von Nähten, scharfen Metallbärten und -graten, die sich durch Auswaschen der Trennungsfugen der Formen beim Guss gebildet haben.

1) Die Bearbeitungsfestigkeit der verschiedenen Metalle erfuhr durch Ingenieur B. Kässner (im „Techniker" und danach in der „Deutschen Industriezeitung" 1873, S. 5) eine originelle und neue Behandlung, welche auf folgenden Principien beruht. Die Schnittfestigkeit ist gleich der absoluten Festigkeit angenommen. Demnächst ist noch die Härte bestimmt (ausgedrückt durch die Kirwan'sche Scala). Beide Grössen sind dann (die wirklichen Werthe beider für das Schmiedeeisen, nämlich 4,5 Härte und 45,5 kg pro Quadratmillimeter Festigkeit als Einheit angenommen) zusammengestellt, und das Mittel beider Werthe mit dem wirklichen Arbeitswiderstande des Schmiedeeisens — d. h. 4,5 + 45,5 multiplicirt — ergiebt für jedes Metall die Bearbeitungsfestigkeit in Kilogramm pro Quadratmillimeter Spannquerschnitt.

	Verhältnisszahl der Härte	Verhältnisszahl der Festigkeit	Bearbeitungsfestigkeit in Kilogramm pro Quadratmillimeter	Berichtigt
Gutes Schmiedeeisen . .	1	1	50	—
Blei	0,214	0,020	7	6,2
Zinn	0,25	0,076	8,5	8,15
Zink	0,322	0,046	9,5	9,2
Kupferguss und Messing .	0,6	0,3	22,5	—
Bronce	1,0	0,6	40,0	—
Graues Roheisen	1,29	0,23	38,0	—
Gussstahl	1,3	2,3	90,0	—
Stahl mittlerer Qualität .	1,3	1,72	75,5	—
Stahl ordinärer Qualität .	1,4	0,802	55,0	—
Weisses Roheisen . . .	1,55	0,3	90,0	26,2.

Die Zahlen sollen nach Kässner mit Resultaten praktischer Beobachtungen ziemlich übereinstimmen.

Die erste Arbeit wird mit Hülfe von Bürsten, Pinseln mit starken Borsten oder aus dünnem, ungeglühtem Draht (Kratzendraht), der zu Bündeln zusammengedreht und dann aufgeschnitten wird, angefertigt, ausgeführt, sobald es sich um fein profilirte Verzierungen und kleinere Flächen handelt. Wo grosse Flächen abgeputzt werden sollen und wo vielleicht ein stärkeres Anhaften des Formmaterials stattfindet, bedient man sich verschiedener Steine, welche, ohne gerade in die Klasse der eigentlichen Schleifsteine zu gehören, doch ihnen ähnlich sind. Am Besten eignen sich dazu mittelharte, gleichkörnige Sandsteine, deren Korn je nach der Grösse der Gusswaaren gröber oder feiner sein kann. Wo Schleifwerke sind, kann man Bruchstücke alter Schleifsteine (zum Vorschleifen) der Putzhütte sehr gut zukommen lassen. Bimsstein ist zu theuer und zu wenig wirksam für die gewöhnlichen Waaren.

Die Arbeit geschieht auf Bänken und niedrigen Tischen, so dass der Staub möglichst schnell beseitigt wird. Sehr zweckmässig ist die Einrichtung, auf durchbrochenen Bänken zu putzen, unter denen ein Kanal herzieht, der mittelst eines Aspirators oder Exhaustors den Staub nach einem halb mit Wasser gefüllten Reservoir führt. Wer sich oft in einer Putzkammer aufgehalten hat, in welcher kleine Sachen in grosser Anzahl gesäubert werden, wird die Einrichtung empfehlen. Der so gesammelte Putzstaub kann sehr gut bei dem Material der Feinformerei verwendet werden, denn er ist vortrefflich aufbereitet.

Die Eingüsse und Bärte werden, wenn sie im Verhältniss zur Masse des nächstliegenden Theiles vom Gussstück dünn sind, abgeschlagen, im anderen Falle aber abgemeisselt und abgefeilt.

Bei vielen Gegenständen werden die Spuren der Eingüsse nicht durch Hauen und Feilen, sondern durch Abschleifen beseitigt, z. B. bei den Töpfen, deren Behandlung bei der Schleifarbeit noch besonders erwähnt wird.

Neuerdings wird das Putzen vielfach durch die Bd. I, S. 756 beschriebenen und abgebildeten Sandstrahlgebläse ausgeführt, doch erweist sich das Verfahren oft zu theuer, besonders für die billigeren Artikel.

Ein sehr beliebtes Hülfsmittel beim Putzen, wobei gleichzeitig die ganze Metallhaut der Waare behufs späterer Bearbeitung durch Verzinken, Tempern u. s. w. entfernt werden kann, ist das Poltern oder Rollen der mit Sand oder Sandsteinbrocken in hölzerne Kasten gebrachten Gussstücke durch rasches Drehen derselben, wobei man durch passende Wahl der mit einander bearbeiteten Gussstücke einen hohen Grad der Glätte erzielen kann, der selbst galvanische Behandlung gestattet, ohne zu schlechter Wirkung zu führen.

Eine Arbeit, die man nicht gerade officiell in das Programm der Putzerei aufnehmen darf, die aber doch besser unter Aufsicht als heimlich durch die Herren Former selbst ausgeführt wird, ist das Flicken der Gusswaaren an unschädlichen Stellen.

Es finden sich besonders bei der Lehmformerei und der Masseformerei durch Abblättern der Formmasse Höhlungen im Gussstück, welche anfänglich, weil unter der Gusshaut sitzend, unbemerkbar, beim Putzen, Behauen und Nachdrehen des Guss-

stückes sich zeigen. Diese Höhlungen können, sobald sie sich an den Aussenflächen eines Gussstückes zeigen und mit den später durch die Verwendung hauptsächlich angegriffenen Seiten oder den Arbeitsflächen nicht in Verbindung stehen, durch passende Mischungen ausgefüllt werden, um die Ansehnlichkeit und Schönheit des Stückes wieder herzustellen.

Dagegen ist es unbedingt unzulässig und gefährdet den Ruf einer Anstalt, sobald es heimlich und dadurch oft betrügerischerweise geschieht, wenn bestimmte Flächen und Stellen des Gussstückes durch Verkitten und Verschrauben der Fehler das Aussehen tadelloser Leistungen erhalten.

Laufflächen auf Maschinentheilen, Cylinderflächen, Kolben-, besonders Taucherkolbenoberflächen u. s. w. dürfen in keinem Falle in solcher Weise reparirt und gewissermaassen wieder hergestellt werden.[1])

Mischungen zu solchen Flickarbeiten sind trotzdem mehrfach angegeben worden; so wird z. B. von einer Seite zur Ausfüllung solcher Löcher oder Kanäle in Gussstücken eine Legirung von 9 Theilen Blei, 2 Theilen Antimon und 1 Theil Wismuth angegeben, die sehr tauglich sich erweisen soll. Genauer sind ältere Vorschriften von Mallet, der in seinen mehrfach citirten Aufsätzen (Pract. Mechanics Journal, Serie III, Vol. V, S. 51) auch hiervon spricht.

Er empfiehlt Mischungen von:

65 Theilen Antimon,
16 „ Kupfer,
13 „ Blei;

oder von:

69 Theilen Antimon,
16 „ Kupfer,
2 „ Zinn,
13 „ Blei.

Bei der Darstellung soll zuerst das Kupfer mit dem Zinn und dem Antimon geschmolzen und erst später das Blei zugesetzt werden.

Fehler, welche der Former sofort nach dem Aufdecken des noch glühenden Gusses bemerkt, vergiesst er am Besten sofort mit recht flüssigem Eisen und verschweisst sie auf diese Weise.

In neuerer und neuester Zeit ist ein Verfahren erfunden und bekannt gemacht worden, was in solchen Fällen, besonders bei Stücken aus schweissbarem Material, z. B. Mitismetall und anderem Formguss aus Stahl und Eisen, bei Messing und Kupfer u. s. w. Vortheile erwiesen hat: das elektrische Schweissverfahren von de Benardos u. A.

Durch Aufleiten eines kräftigen elektrischen Stromes auf die fehlerhafte Stelle mittelst eines hin und her zu bewegenden Kohlenstiftes (in isolirender Handhabe befestigt), als positiven Pols, während der negative von dem Gussstücke gebildet wird, lässt sich die Stelle in engem Umkreise sehr hoch erhitzen, da die Temperaturen des Licht-

1) Wenn der Abnehmer sich unter Anlegung eines gewissen ermässigten Preises mit einer solchen Reparatur einverstanden erklärt, ist das Verhältniss natürlich ein anderes.

bogens alle anderen durch Heizvorrichtungen erreichbaren höchsten Temperaturen um mehr als das Doppelte übertreffend in Betracht kommen.

Auf diese Art kann man die schadhafte Stelle selbst verschweissen oder verlöthen oder aufgelegte Metallstücke in die durch Arbeit erweiterten Oeffnungen oder Lücken des Stückes einschmelzen.

Gerade das Flicken schadhafter Stellen in Metallarbeiten ist von namhaften Berühmtheiten als eine der Hauptverwendungen der elektrischen Schweissung betrachtet worden.

(Vergl. die einschlägige Literatur: Ponthière, Elektrométallurgie, 2ième Ed. Louvain 1891, S. 304, u. A.)

B. Das Schleifen der Gusswaaren.

Die Gussstücke werden in zweierlei Absicht dem Schleifen unterworfen: zur Säuberung und zur Vollendung der Oberflächen. Die erste Arbeit schliesst sich direct an das Putzen an und vertritt auch meist das Putzen. (Siehe oben S. 428.) Die Poterie z. B., welche in enormer Stückzahl auf einem Werke producirt zu werden pflegte, wurde gewöhnlich in Schleifwerken geputzt. Es wurden zunächst nach Entfernung des anhaftenden Sandes und Ausreiben mit Steinen die Spuren der Eingüsse auf dem Boden abgeschliffen und demnächst auch die Längsnähte auf der Seite des Topfes in gleicher Weise beseitigt. Die Vorrichtungen sind im zweiten Theil des ersten Bandes, dritte Abtheilung, zweiter Abschnitt, S. 760 bereits beschrieben und theilen sich, wie die Arbeiten selbst, in zwei Klassen.

Indem darauf verwiesen wird, braucht zur Charakteristik der gewöhnlichen wie der feinen Schleifarbeit blos darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass es eines gewissen Druckes von Seiten des Arbeiters bedarf, um den Angriff der Gusshaut hervorzubringen. Die bestimmte Leistung ist schwer abzumessen, und besonders in dem ersten Stadium der Arbeit, wenn es sich also um die erste Wegnahme der Gusshaut handelt und mit groben, mittelschnell laufenden Steinen gearbeitet wird, entsteht viel Scherbenbruch durch zu scharfes Andrücken der zu schleifenden Poterie an die Steine. Auch bildet sich bei ungenügender Befestigung und Lagerung der Steine leicht ein Schleudern, d. h. eine excentrische Bewegung der Steinoberflächen aus, die zu Zertrümmerungen Veranlassung geben kann. Diese Eigenthümlichkeiten machen die Schleiferei sogar gefährlich, und man muss den Arbeiter so viel als möglich gegen diese Gefahren schützen. Zu diesen plötzlich eintretenden Gefahren kommt noch die dauernde des Schleifstaubes, sobald trocken geschliffen wird. Das geschieht allerdings in den ersten Stadien nicht, je weiter aber die Arbeit der Vollendung sich nähert, um so mehr muss die Anwendung der Nässe vermieden werden.

Man trennt daher die grobe Schleifarbeit vollständig von der feinen Arbeit und lässt jene in Verbindung mit der Putzerei arbeiten, diese dagegen in Verbindung mit den sonstigen Vollendungsarbeiten des Werkes. Es geht dieses auch insofern ganz gut, als die Grobschleiferei viel Kraft absorbirt und die Transmission stark in Anspruch nimmt; es ist darum besser, die Grobschleiferei durch einen besonderen Mechanismus treiben zu lassen, der, falls er nicht ordentlich ausgenutzt

wird, lieber mit der Formsandaufbereitung in Verbindung treten kann, als mit der Feinschleiferei. Die Letztere kann viel eher mit der Drehwerkstatt in Verbindung sich befinden, deren Motor eine stetigere Bewegung hat und gleichmässigere Widerstände findet.

Das Fertigschleifen der Gusswaaren und die Vollendungsarbeiten werden zum Theil vor den Zusammensetzungsarbeiten, zum Theil während derselben vorgenommen, nachdem eventuelle Schlosserarbeiten, Bohrungen, Abdrehungen, Verkürzungen schon stattgefunden haben.

Die einzelnen Arbeiten des Fertig- oder Feinschleifens sind wenig bekannt, weil im Allgemeinen der Zugang zu den Vollendungsateliers der Gusswaaren beschränkt, oft vollkommen abgeschlossen ist; das Letztere ist der Fall in Lauchhammer, wie auch in den Pariser Ateliers, ganz besonders aber in den Anstalten, wo Metallwaaren zur Bedeckung mit galvanischen Ueberzügen durch Schleifen vorbereitet werden.

Die Schleifmaterialien, welche ausser der Substanz der Schleifscheiben und -steine zur Wirkung kommen, sind vorzüglich Schmirgel und Polirroth. Empfehlenswerth sind die neuen Schmirgelscheiben von Oppenheim & Co. in Hainholz vor Hannover, dann der Tanite Co. und anderer Firmen, obwohl beim Schleifen von roheren oder härteren Gusssachen dieselben sehr stark angegriffen werden dürften. Das Schmirgeln geschieht gewöhnlich mit Oel und das Schleifen mittelst Polirroth unter Zusatz von Wasser. Zwischen den verschiedenen Stadien des Schleifprocesses ist ein sorgfältiges Bürsten nothwendig; dasselbe wird ebenfalls durch maschinelle Vorrichtungen bewirkt und empfehlen sich hierzu unter anderem vierreihige, bis 100 mm hohe Kränze von Tampico-Borsten, in einen eisenblechernen Ring eingeschlossen.

Die beste Geschwindigkeit für die Schleifscheiben (bei etwa 600 mm Durchmesser) beträgt 1200 Touren pro Minute, während man die etwa gleichgrossen Bürsten 3000 Touren machen lassen kann.

Interessante Notizen, denen diese Daten entnommen sind, giebt über das Schleifen F. Kohl in einer Beschreibung der Thiébaut'schen Broncegiesserei in Paris (vergl. Polytechnisches Centralblatt, S. 1167, Jahrgang 1871), auch findet man in den Anweisungen zur Galvanoplastik, z. B. Langbein, Galvanoplastik, zahlreiche Angaben über Anordnung und Betrieb der Schleifwerke.

In welcher Weise man die verschiedenen Oberflächen herstellt, die man z. B. in Lauchhammer mit den Ausdrücken geschliffen, polirt und geglänzt bezeichnet, ist nicht näher bekannt.

Es zeigen dieselben dreierlei Grade des Glanzes, wovon die Politur den stärksten Grad besitzt, dann kommen die beiden anderen, von denen die geglänzte Flächenbearbeitung einen eigenthümlich milden, weichen Glanz besitzt, während der Schliff das harte Aussehen geschliffener, nicht polirter Klingen besitzt.

Wegen dieser geschickten Behandlung der Oberflächen hielt man schon 1862 in London, dann 1867 in Paris die Bügel und Feuerhalter der Kamine, die Lauchhammer ausgestellt hatte, für stählerne Theile.

C. Die Verwendung der Abfälle von der Bearbeitung.

Es ist noch von Interesse, auch diese Frage hier zu berühren, weil man dadurch den Werth der Bearbeitung von der Seite der Materialverluste schätzen lernt.

Bei den Dreh-, Bohr- und anderen Vollendungsarbeiten, die auf der schneidenden Wirkung beruhen, fallen mehr oder minder grosse Mengen von Spänen. Diese Späne lassen sich, sobald sie aus Eisenguss herstammen, abgesehen von Verkittungsarbeiten, nur noch im Eisenhüttenbetrieb selbst wieder zu Gute machen.

Dieses Wiederbenutzen geschieht am Besten im Hochofen, nachdem die Bohrspäne im Freien zu Blöcken zusammengerostet sind, oder wo ein Hochofen nicht vorhanden ist, im Cupolofen. Bei der heftigen Wirkung des Windes in diesen Schmelzapparaten wird aber leicht eine grössere Menge der Bohrspäne herausgeworfen und verbrannt, wenn man nicht sofort eine Decke von anderem Material darüber giebt. Auch muss man vermeiden, sie an die Wände des Ofens zu schütten, weil sie dort den Gasen zu sehr ausgesetzt sind und wiederum leicht herausgerissen und verbrannt werden.

Man hatte früher Vorschläge gemacht, die Bohrspäne mit Kalkmilch zu Ziegeln zu formen, sie mit Kalkmilch in Ausschusstöpfe zu packen und dann so aufzugeben, hatte aber jedesmal erfahren, dass das resultirende Eisen ganz weiss und für den Eisengiessereibetrieb unbrauchbar wurde.

Ein Vorschlag, der besser schien, war schon frühzeitig im Practical Mechanics Journal 1856, S. 228 durch Stetson in New York und daraus im Dingler'schen Journal, Bd. 143, S. 425 gemacht worden. Man macht in die vorhergehende Cokesgicht eine Vertiefung in der Mitte des Ofenquerschnittes, füllt die Bohrspäne hinein und deckt mit einer Schicht Austerschalen und Kalkstücke. Statt der Austerschalen würde sich klarer gebrannter Kalk wohl auch anwenden lassen.

Im Bezug auf das Ausbringen der eisernen Bohr- und Drehspäne ist zu bemerken, dass circa 30—40 Proc. Abbrand fast allgemein constatirt werden, und rücksichtlich des technischen Resultates ist zu wiederholen, dass man ein gutes Giessereieisen, selbst aus grauen Bohrspänen, nicht erwarten darf.

Empfehlenswerth ist es, mit den Bohrspänen Flammofenchargen zu füttern, sobald sie eingeschmolzen sind, und dieses besonders bei Walzengüssen für Façon- und andere weiche Walzen zu thun, wo etwas Härte dem Material nie sehr schaden kann. Dennoch bleibt die Bohrspanverwendung immer eine prekäre Sache, und es empfiehlt sich weit mehr als alle Verarbeitungsmethoden, nur ein Minimum von Bohrspänen überhaupt zu fabriciren.

Bei Spänen u. s. w. aus anderen Metallen oder Legirungen muss vor Allem darauf gesehen werden, dass sie allein gesammelt werden und namentlich nicht unter die Eisenspäne gerathen, weil sonst eine gewinnbringende Verwendung nur nach erfolgter magnetischer Aufbereitung möglich erscheint, welche immerhin kostspielig ist und nur im Bereich grosser Fabriken liegen dürfte, wenn nicht elektrische Anlagen bereits vorhanden sind.

2. Kapitel.

Die Zusammensetzung der bearbeiteten Gussstücke zu grösseren Gegenständen, sowie die Beschlagsarbeiten.

Wenn die Gusswaaren geputzt und, wenn erforderlich, geschliffen worden sind, so gelangen sie zu weiterer Bearbeitung in die Schlosser- und Schmiedewerkstätten, in welchen die einzelnen Stücke eines Gegenstandes zusammengepasst und mit den erforderlichen Beschlägen und anderen zusätzlichen Stücken versehen werden. Es kann hier von den Arbeiten des eigentlichen Maschinenbaues ebensowenig die Rede sein, wie bei der Frage der Gusswaarenbearbeitung und aus gleichen Gründen.

Dagegen giebt es eine Menge von Dingen, welche geringer Schlosser- und Schmiedearbeit bedürfen, um vollkommen fertig zu werden; andere ebenfalls selbständige Giessereiproducte verlangen dagegen eine bedeutende Arbeit und grössere Werkstätten.

Die Zimmerheizapparate und Kochherde gehören mit geringen Ausnahmen in die erste Gruppe, während alle Bauconstructionen aus Gusseisen, von dem einfachsten Gussfenster an bis zu den verwickeltsten Treppenanlagen, die andere Gruppe bilden.

Der gesammte Ofenbeschlag besteht fast nur aus den zur Thürbefestigung erforderlichen Haspen, Klinkhaken und Klinken, wogegen auch noch Aschenkasten und Rohre als zusätzliche Bestandtheile der ganzen Feuerungsanlage gelten können, aber nicht immer von der Giesserei selbst geliefert werden. Diese kleinen, sich immer wiederholenden Manipulationen sind sehr einfacher Natur und von jedem Schlosser ausführbar, der es versteht, Gusseisen zu bearbeiten. Die Schmiede hat bei derart Arbeit nur das Material des Beschlages vorzubereiten und, wo Blecharbeiten vorkommen, das Nieten zu besorgen. Gusseisen wird selten und nie mit Vortheil vernietet; das Verschrauben ist immer weit sicherer und leichter ausführbar.

Der in das Fach der gewöhnlichen Schlosserei gehörende Ofenbeschlag ist hier zu übergehen, wogegen es von einigem Interesse ist, die Zusammenstellung und den Beschlag der eigentlichen Baugusswaaren mit wenig Worten zu betrachten. Es handelt sich hier wesentlich um die Zusammenstellung und den Beschlag von Gittern und um die gleichen Arbeiten bei grösseren Bauarbeiten, z. B. Treppen, Säulenanlagen und Veranden.

A. Das Zusammenpassen und Beschlagen von Gittern.

Die Arbeit beim Zusammenpassen der Baugusswaaren hängt wesentlich davon ab, ob die Abmessungen der Bestellung mit den Abmessungen des vorhandenen Modelles übereinstimmen oder nicht.

Bei Gittern, der einfachsten Aufgabe des Bausgusses, ist das Modell in seiner Grösse bedingt durch die Rücksichten der Formerei; einmal darf es nicht so gross sein, dass der Former es nur unbequem handhaben kann, dann aber verlangt die Construction, das Muster des Gitters, sehr vielfach das Einhalten einer gewissen Länge, weil die

Wirkung der horizontalen Querleisten auf die Gradheit der vertikalen Gitterstäbe bei grösserer Länge eine sichtbarere wird, als bei geringerer.

Das Gitter Fig. 20, über welches bereits S. 159 dieses Bandes berichtet worden, konnte nur in kurzen Stücken gegossen werden, weil die Verkrümmung der Vertikalen bei längeren Stücken sehr bedeutend erschien, wenigstens mussten bei den Einzelabgüssen eines solchen Gitters immer die äusseren Stäbe abgeschnitten werden, sobald ihre Verkrümmung bemerklich wurde.

Es ist also, wenn man noch die Eigenthümlichkeiten des Musters dazu rechnet, nicht immer möglich, die Gitterstücke gleich in der Formerei so herzurichten, dass sie blos an einander geschlagen und aufgestellt werden können, sondern es müssen eine Anzahl grösserer und kleinerer Felder vorhanden sein, um durch Abschneiden und Zustutzen die passendste Combination zu erhalten. Dadurch kann man auch kleine Fehler, Brüche, welche bei der Bearbeitung vorkommen können, u. s. w. leichter verbergen und verwerthet auch noch Felderabschnitte, wenn Thüren in die Umfassungen kommen.

Der Schlossermeister muss natürlich so sparsam wie möglich hierbei verfahren, und es ist gerathen, ihm die nach seiner Angabe vom Former gelieferten und im Guss probemässig befundenen Fluchten und Felder zur Last zu schreiben, um ihn zur Aufmerksamkeit und Sparsamkeit zu veranlassen. Der Bruch und der Abfall kann ihm von der Giesserei wieder abgekauft werden, um einige Ausgleichung zu geben; bei diesem ganzen Verfahren wird natürlich vorausgesetzt, dass die Gitter aus haltbarem Eisen gefertigt werden und dass sie nur durch ungeschickte Behandlung zu Bruch gehen können.

Die Privatindustrie wird hierbei wohl vorwiegend im Accord arbeiten und dem Meister überlassen, die einzelnen Arbeiter abzufinden.

Das Verfahren des Zusammenpassens kann z. B. für G i t t e r sehr einfach sein; der Meister zeichnet sich den aus dem Bestellbuch ersichtlichen Grundriss in Naturgrösse auf den Boden der Werkstätte und legt alle von der Giesserei gelieferten Fluchten darum, die Spitzen nach Aussen gewendet. Dann bezeichnet er die Stellen für die Verschraubungen sowohl an den P f e i l e r n als an den F l u c h t e n und giebt auch an, wie und wo abgeschnitten werden muss.

Nach erfolgter Bearbeitung werden die Gitterstücke, schon zu wenigeren Fluchtstücken vereinigt, auf dem Grundriss aufgestellt und zur Probe zusammengesetzt, dann die Schlösser angepasst und fertig gemacht, hierauf das Ganze wieder zerlegt und erforderlichenfalls dem A n s t r i c h übergeben, wenigstens der G r u n d i r u n g.

Weit einfacher stellt sich das Verfahren der Zusammensetzung bei der Benutzung von e i n z e l n e n S t ä b e n, meist reich verziert und ohne jede feste Querverbindung von Gusseisen.

Diese Bauform giebt besonders da einen guten Ausweg, wo schiefe Gitter und gekrümmte Gitter zur Umwährung runder Grundflächen gemacht werden sollen. In diesem Falle handelt es sich meist darum, für einen bestimmten Grundriss die richtigen Stabzwischenräume zu finden, die Stäbe dann mit Grundleisten, Oberleisten und Griffleisten zu verbinden und in analoger Weise auch zur definitiven Aufstellung zu schreiten. Die Zusammensetzung kostet dabei etwas mehr, als wenn

grössere Fluchten benutzt werden, aber die einzelnen Stäbe können dafür auch reicher verziert zum gleichen Einheitspreise wie ein nur einfaches Fluchtengitter geliefert werden, weil ihre Darstellung eine rasche und bequeme ist. Also auch in solchen Fällen, wo gerade Fluchten vorkommen, ist ein Stäbe- (früher Treillen- oder Traillen-) Gitter mit schmiedeeiserner Horizontalverbindung besonders für reichere Ausstattung eine ganz passende Wahl. Für Treppen und für runde Gitter, z. B. an Heilquellen, Brunnenbecken u. dergl., kann man die genannten Bauformen nicht entbehren. Sie bieten dem sich mit Eisenguss beschäftigenden Architekten eine Fülle der dankbarsten Veranlassungen zu reichen und gefälligen Compositionen, und es ist mit Hülfe dieser Anordnung sehr leicht, das Einförmige des gewöhnlichen Eisengitters zu vermeiden.

Zur Zusammensetzung bedient man sich hierbei verschiedener Mittel; entweder giesst man an die Enden des Stabes vierkantige Klötze an, von denen der obere von zwei Flachstäben gefasst wird, während der untere in die das Gitter tragende Construction eingesenkt werden muss — oder man giesst oben wie unten Rundstäbchen von Schmiedeeisen ein, welche mit Gewinden versehen werden und in Griff- und Grundleiste durch Drehung eingeschraubt werden. Eine dritte Befestigung ist nur bei Treppengeländern möglich und besteht darin, dass auf der Aussenseite der Wange Knäufe angeschraubt sind, welche das untere Stabende zu umfassen und zu packen scheinen.

Sobald es sich um Treppengeländer handelt, werden dieselben in passendster Weise mit den übrigen Treppentheilen vereint aufgestellt und an einander gepasst. Bei sonstigen derartigen Treillengittern kann man, sobald die Querleisten mit den nöthigen Oeffnungen versehen sind, sofort an die Montage gehen; man braucht hier nicht so lange zu wählen, wie bei den Fluchtengittern.

B. Das Zusammenpassen und Beschlagen grösserer Bauanlagen aus Gusseisen.

Bei diesen Dingen, die meist nach genaueren Modellen gemacht werden, hat der Schlosser eine weniger selbständige Arbeit auszuführen, als bei den vorher besprochenen Artikeln. Wenn die Modelle genau nach den vom Besteller angegebenen Bauhöhen und Bauweiten angefertigt und danach der Guss ausgeführt worden ist, müssen die Gusswaaren in das Bauwerk passen, zu dem sie gehören sollen. Dass dieses nicht immer der Fall ist, liegt an der ungenauen Ausmessung des Baues oder an der Benutzung der Bauzeichnung, mit welcher die Ausführung fast nie ganz zu stimmen pflegt. Nur in einem Falle kann die Eisengiesserei die Schuld tragen, dann nämlich, wenn es sich um Treppen ohne Wangen handelt, welche aus Consolen, Futter- und Trittstufen aufgebaut werden und durch schmiedeeiserne Geländer, sowie durch einseitige Einmauerung den Haupthalt bekommen.

Hier genügt ein kleiner Fehler des Consolen- oder des Futterstufenmodells, um bei den 18—24 Stufen eines Stokwerks zu einer unangenehmen Abweichung in der Bauhöhe von Treppe und Stock-

werkshöhe zu führen. Bei Wangentreppen, wo die ganze Treppe zwischen zwei Stockwerken aus zwei Wangen und einem Absatzträger besteht, kann ein derartiger Unterschied nicht eintreten. Wo aber eine ganz gusseiserne Treppenflucht in einer solchen Wange sich aufbaut, ist es auch leicht, dass Stufen- und Wangenlänge nicht glatt in einander aufgehen, so dass es wenig Fälle geben wird, Säulen- und Trägerverbindungen ausgenommen, die man ohne Weiteres direct an Ort und Stelle aufstellen kann, ohne Unregelmässigkeiten befürchten zu müssen.

Man baut sich demgemäss, nachdem man die Gussstücke selbst vorläufig genau nachgemessen hat, ein Gerüst aus Böcken auf und stellt ohne Bearbeitung ein Stück Treppenflucht auf, um überhaupt zu sehen, wie die Eisenstärken sich zusammenrechnen. Bei den meisten Treppen richtet man die Modelle so ein, dass alle Theile der Treppe sich leicht in einander fügen (vergl. die Joly'schen Bauweisen S. 184) und nur einer oder zwei Befestigungen per Stufe bedürfen, um fest zu sein. Dadurch wird eine probeweise Aufstellung ohne Bearbeitung ermöglicht, und bei derselben sieht man gleich, ob man die Distanz der beiden Etagenniveaus mit der betreffenden Anzahl Stufen genau ausfüllt.

Bei Balkonanlagen, Veranden, Vorhallen u. s. w. ist eine probeweise Aufstellung und Ausmessung nur dann nöthig, wenn, wie bei Treppen, zwei Wohnungsebenen (Niveaus) durch das Gusseisenbauwerk in eine weitere Verbindung gebracht werden sollen.

Balkone auf Consolen, Vorhallen (ohne Plattform darüber) mit freiem Dach, brauchen nur im Grundriss auf das Genaueste zu stimmen; in vertikaler Ausdehnung darf ein Fehler von 20—50 mm, wie er bei Treppen schon bedenklich wird, vorkommen und wird kaum bemerkbar sein.

3. Kapitel.

Die Verzierung der bearbeiteten und zusammengesetzten Gegenstände durch Anstrich, Emailliren und Herstellung fremder Metallüberzüge.

Die meisten Gusswaaren verlangen zum Schutz gegen oberflächliche Angriffe chemischer Art: **das Rosten**, einen Ueberzug von widerstandsfähigen Substanzen, der aber so beschaffen sein muss, dass er den Gebrauch der betreffenden Geräthe nicht hindert und ihre Form in keiner Weise entstellt. Mit der Erfüllung dieser Forderung verbindet die Technik indessen in den meisten Fällen Rücksichten auf die passendste Verzierung der Gusswaaren und nur ganz selten wird allein der Zweckmässigkeit des Ueberzuges nachgegeben.

Es bieten sich wesentlich dreierlei Mittel, den Schutz des Gusseisens zu bewirken:

einmal der Ueberzug der Gusswaaren mit Firniss bildenden fetten Körpern, denen Farbstoffe aller Art beigemengt werden;

dann der Ueberzug der Gusswaaren mit metallischen Substanzen von geringerer Empfindlichkeit gegen die rostbildenden Einflüsse;

endlich der Ueberzug der Gusswaaren mit aufgeschmolzenen durchscheinenden und ganz undurchsichtigen Gläsern von bestimmter Zusammensetzung.

Man unterscheidet demnach folgende Arbeiten:

A. das Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren,
B. das Ueberziehen der Gusswaren mit Metallen,
C. das Emailliren oder Glasiren der Gusswaaren.

Diesen drei Gruppen von Arbeiten schliesst sich an: die Betrachtung der sonst noch üblichen selteneren Methoden der Gusswaarenverzierung, z. B. das Einlegen mit Gold und Silber, das Blankarbeiten und das Anlassen; Arbeiten, die an verschiedenen Orten zu hoher Vollendung gelangt sind.

A. Von dem Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren.

Das Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren hat neuerdings einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht und ist darin dem allgemeinen Aufschwung der bautechnischen Malerei gefolgt. Es werden alle möglichen, oft auch (ästhetisch) nicht möglichen Ueberzüge und Anstriche hergestellt; besonders im Bereich der Nachahmung anderer Materialien wurde zeitweilig das Aeusserste geleistet, doch konnte nur wenig davon für das Gusseisen verwendet werden.

Gleichzeitig praktisch und ästhetisch berechtigt sind für Metall-, also auch für Gusseisenconstructionen einfache Farben, in Uebergängen abgetönt nach den Formwandlungen des Gegenstandes, doch ohne jedes Muster, ohne jede Erinnerung an eine Substanz, ein Material, das keinerlei Eigenschaft mit dem Gusseisen gemein hat.

Jede Holz- und Steinmalerei auf Gusseisen oder anderen Metallconstructionen oder Bautheilen erscheint unpassend, während sie auf Holzconstructionen, bezw. auf Mörtel- und Kalkwänden ihre volle Berechtigung haben kann, obschon auch hierbei Sein angenehmer wirkt als Schein.

Wo Gusswaaren, und es wird das wohl in den meisten Fällen zutreffend sein, in Verbindung mit Architektur wirken sollen, ist ihre specielle Oberflächenbehandlung den Rücksichten auf die coloristische Behandlung der Architektur unterworfen. Um sich über die Letztere zu orientiren, wird die Lektüre des Artikels Peinture in Viollet-le-Duc's dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e Siècle, Band VII, S. 56 empfohlen. Die scharfsinnigen Erörterungen über Gegensätze, Vermittlungsfarben, über die Wirkung der Vergoldung u. s. w. bieten ausserordentlich viel Veranlassung, über die Behandlung der Anstriche und Bemalungen nachzudenken. Natürlich gelten von den hervorgehobenen Grundsätzen nur die allgemeineren — denn aus den Ansichten von Viollet-le-Duc geht hervor, dass die Construction viel Theil hat an der Bestimmung und Auswahl der Farbenzusammenstellungen; also wird sich für die Bemalung der Metalle immerhin nur ein engerer Kreis von Farbentönen benutzen lassen.

Die Wahl der Farben geschieht nach Vorigem hauptsächlich in Rücksicht auf den Zweck des betreffenden Gegenstandes, durch den ja auch im bestimmten Fall die Verbindung mit Architektur u. s. w. mitbedingt wird.

Vorschriften lassen sich nicht geben; es ist vielmehr Sache des guten Geschmackes, nach der Form und Umgebung des Gussstückes die Farbe zu wählen, welche den gewünschten Eindruck macht. Beschränkt wird demnach die Wahl wohl immer bleiben müssen auf solche Farben, die man sich in einem ursächlichen Zusammenhange zu einem Metalle denken kann, z. B. auf die Farben der Metalloxyde selbst und anderer metallischen Verbindungen. Die Zahl der hierbei vorkommenden Töne und Abtönungen ist so gross, dass, nachdem man in solcher Weise Rücksicht auf das Material des zu bemalenden Gegenstandes genommen, man immer noch Spielraum genug hat, um verschiedenen verlangten Einwirkungen zu entsprechen.

Zunächst hat man für das einförmige Gusseisen[1]) eine vom Gelblichen, durch alle Stadien des Brauns hindurchlaufende Farbenreihe, der sich eine ähnliche Reihe, vom Mennig- oder Orangeroth ausgehend, zur Seite stellt. Beide Reihen enden im Schwarz, das ja verschiedene Töne bekommen kann, abgesehen von einem ganz reinen neutralen Schwarz. Dann sind violettbraune, stahlgraue, blauschwarze Töne denkbar, ferner grünliche und bläuliche, doch gebrochene Farben, endlich graue und weissliche Töne mit Uebergängen in die helleren Nüancen der rothen und gelben Farbenreihe.

Die meisten dieser Farben zählen Eisenverbindungen zu ihren Bestandtheilen und alle sind sehr haltbar herzustellen, so dass sich die Wahl auch technisch rechtfertigt. Verbindet man die Benutzung derartiger Farben mit Vergoldung, Versilberung, Broncirung, namentlich aber mit blank geschliffenen Flächen, so kann man wunderbare Steigerungen der blos einfachen Wirkung erhalten, nur muss mit einer gewissen Vorsicht und Mässigung vorgegangen werden.

Verschiedene Querschnitte und Massen desselben Gussstückes verlangen ebenfalls eine verschiedene coloristische Behandlung. Man kann z. B. bei einem Laternenständer, einer Säule, einem Brunnenstock die schlanken Theile nicht vollkommen gleich mit den massiven behandeln, sondern muss die Letzteren mit wärmeren, der Nachbarschaft des Bodens entsprechenden, die emporragenden Theile mit kälteren, nur durch Vergoldung der Laternen, Kapitälverzierungen und Knäufe zu hebenden Tönen decken.

Meisterhaft war in dieser Beziehung u. a. das von der fürstlich Salm'schen Giesserei in Blansko gelieferte Umwährungsgitter der beiden grossen Gärten am Burgthor in Wien, des Volksgartens und des Hofgartens. Die unteren Enden der Gitter, kräftige Pilaren im Renaissancestyl, zeigten eine rothbraune, fast ins Violette spielende Farbe, die nach oben durch einen Zusatz von Erdbraun in die grünlichen Töne überging, welche die Stangen des Gitters decken. Die Hellebarden-

1) Wenn hier vorzugsweise auf Gusseisen Rücksicht genommen ist, so geschieht dies, weil bei anderen gegossenen Metallen die Oberflächenbehandlung durch Anstrich fast immer fortfallen kann.

spitzen, reich vergoldet, schliessen den Effect und eine der Grundfarbe folgende Broncirung giebt den Reliefs[1]) und Verzierungen der Stäbe grössere Lebendigkeit.

Was die technische Herstellung der Farbenanstriche anbetrifft, so muss dabei auf eine möglichste Feinheit bei vollkommener Deckung und auf grösste Adhäsion gesehen werden.

Es muss dünn, dicht und haltbar gestrichen werden; ein zweimaliger Strich genügt in allen Fällen, während feinere Sachen an einem Strich auf die gut vorbereitete Metallfläche genug haben. Diese Vorbereitung besteht in einer möglichsten Entfernung des Rostes; man deckt zwar bei gewöhnlicher Waare die Roststellen, nachdem der Rost selbst möglichst abgerieben worden ist, mit dichter harziger Farbe, z. B. Mennige, die mit Leinölfirniss mittelsteif angerieben ist, macht aber hierbei die Erfahrung, dass sich unter der Farbendecke der Rost weiter bildet und schliesslich die Farbe aufhebt und absprengt. Mikroskopische Oeffnungen in dem Farbenstrich, die sich nur bei äusserster Sorgfalt ganz vermeiden lassen, auch schwer bei zweimaligem Strich, führen der Metallfläche Sauerstoff und Feuchtigkeit in ausreichendem Maasse zu, um sich leicht weiter oxydiren zu können. Die weitere Veränderung ist aber in gesteigertem Maasse der Fall, wenn auf Roststellen gestrichen wird; es ist dann praktisch, wenn die Beschaffenheit des Gusses es gestattet, einen anderen Weg des Ueberziehens zu wählen, nämlich den, die Oberfläche oxydiren zu lassen und den Oxydüberzug selbst als Deckmittel zu verwenden, nachdem er mit einem langsam trocknenden Firniss durchtränkt und verrieben worden ist.

Wegen der Mühe, eine solche Oxydation, zu welcher auch die Behandlung der gut vorbereiteten Eisenwaaren nach den verschiedenen Wasserdampfverfahren (Inoxydationen von Barff, Bower u. A.) gehört, gleichmässig zu bewirken und später die Oxydmasse gleichmässig auf der Oberfläche zu vertheilen und zu verarbeiten, lässt sich dieser Weg nur für kleinere oder besser bezahlte Objecte gebrauchen und wird dann gewöhnlich mit Broncirung und weiterer Bemalung verbunden.

Eine andere Vorbereitung derjenigen Gegenstände, die gestrichen werden sollen, besteht in ihrer Erwärmung und in der Benutzung heisser, nach dem Erkalten dehnbarer, nicht spröder Lacke; dadurch wird ein Verdichten des Ueberzugs bei der nachherigen Abkühlung bewirkt und gleichzeitig die Möglichkeit eines dünnen Striches, während andererseits auch jede Spur von Feuchtigkeit an der Oberfläche durch das Erwärmen der Gusswaaren vorher vertrieben werden muss, die sonst zur Bildung von Rostflecken unter dem Ueberzuge hätte Veranlassung geben können.

Will man einen fehlerhaften Anstrich durch einen anderen, besser gewählten oder besser ausgeführten ersetzen, so muss

1) Gelegentlich der XIV. Versammlung des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 1864 in Wien machte das damals ziemlich neue Gitter auf alle Anwesenden und nicht zum Mindesten auf den Verfasser, damals Betriebschef zu Gleiwitz, durch seine fürstliche Pracht und grossartigsten Abmessungen einen hervorragenden Eindruck.

man nicht vergessen, den Anstrich abzubrennen, d. h. den Firniss, der sich gebildet hat, zu zerstören und die Metallfläche wieder blosszulegen. Diese Operation kann, mit der nöthigen Vorsicht betrieben, zu einer Färbung des Gusseisens benutzt und durch einen nachherigen Lacküberzug vervollständigt werden. Eine andere Farbe als schwarz oder ein dunkles Braun wird sich allerdings kaum ergeben, doch ist zu vermuthen, dass das tiefe matte Schwarz, durch welches viele Eisengiessereien den gleichgefärbten Marmor nachzuahmen wissen, mittels einer verwandten Procedur hergestellt wird. Oefen und andere Gegenstände, die beim Gebrauch erhitzt werden, müssen sogar vor ihrer Fertigstellung abgeraucht werden, um später keinen brenzlichen Geruch zu geben.

B. Von dem Ueberziehen der Gusswaaren mit Metallen.

Das Ueberziehen der Gusswaaren mit anderen Metallen fand früher in verschiedenem Maasse statt, hauptsächlich wegen der schon erwähnten Schwierigkeit, eine zusammenhängende rein metallische Fläche bei dem gebräuchlichsten Giessmaterial, dem Gusseisen, herzustellen. Da das Anhaften eines beliebig dargestellten Metallüberzuges auf einem anderen Metall immer auf der Wirksamkeit einer reinen metallischen Fläche beruht, so muss eine Substanz, bei deren Textur und namentlich bei deren Oberflächenbildungen sich auch nichtmetallische Substanzen betheiligen, nothwendig Schwierigkeiten in der angedeuteten Beziehung hervorbringen. Ein solcher Störenfried ist der Graphit, der in jeder Gusswaare ausgeschieden ist, während andererseits das gleichzeitige Vorkommen von metallischem Eisen und Kohlenstoffeisen- oder Carbidverbindungen durch die ungleiche Wirksamkeit gegenüber den zum Ueberziehen angewandten Verfahren weitere Uebelstände bei der Darstellung von Metallüberzügen auf Gusseisen bedingen.

Bei anderen Metallen, z. B. Kupfer und seinen Legirungen, die zunächst in Betracht kommen, dann bei Zink fallen diese Uebelstände fort.

Das Ueberziehen der Gusswaaren mit Metallen fand deshalb vorzugsweise mechanisch durch adhäsive Mittel statt, seltener in der Form der oberflächlichen Fällung.

Nur dann, wenn zu bestimmten nicht decorativen Zwecken starke Metallüberzüge gegeben werden müssen, griff man zu einer mittelst hoher Temperaturen eingeleiteten Legirungsoperation, welche interessante Erscheinungen darbot.

Für decorative Zwecke dagegen wendet man noch heute zum Theil allgemein die mechanische Methode des Metallüberzuges an und verbindet dieselbe einerseits mit dem Anstrich, während man andererseits das Metall unmittelbar auf die vorbereitete Oberfläche der Gusswaaren bringt. Im ersten Falle wird das bedeckende Metall in Form von Pulver oder von dünnen Blättchen aufgebürstet oder aufgelegt, während im zweiten Falle das bedeckende Metall im entstehenden Zustande auf das zu bedeckende Metall gebracht und auf demselben entweder durch schwache galvanische Ströme oder durch eine einfache chemische Reaction

ausgefällt wird. Eine Legirung findet hierbei nicht statt, nur eine um so innigere Adhäsion, je langsamer die Fällung vor sich gegangen ist.

Wegen des verwickelten Gefüges des Roheisens gelingen diese Legirungs- und Fällungsarbeiten bei Eisenguss nur schwer, und nur eine besondere Beschaffenheit des Roheisens, sowie eine besondere Behandlung der Gusswaaren ermöglichen ähnliche Erfolge, wie sie mit grösster Leichtigkeit bei den Kupferlegirungen längst erzielt worden sind.

Nach dem Gesagten ist hier zu unterscheiden:

Das gewöhnliche Bronciren und das Bedecken des Gusseisens mit Metallblättern.

Das Fällen von Metallüberzügen auf präparirten Gusseisenflächen durch einfach chemische Reaction oder durch Galvanismus.

Das Ueberziehen und Umgeben des Gusseisens mit stärkeren Metallüberzügen durch wirkliche Oberflächenlegirung.

Es können der Natur der Sache nach nur Andeutungen, keine Recepte gegeben werden, weil Arbeitsverfahren zur Sprache kommen, die von anderen Industrien auf die Gusswaarenfabrikation übertragen sind. Besonders gilt dies von den heute Seitens der meisten Metallgiessereien geübten galvanischen Behandlung, z. B. der Vernickelung und Verkupferung der Eisengusswaaren, des Vermessingens der Zinkgüsse u. a. Bewährte Arbeiter werden in den einzelnen Fällen, sobald der Techniker der Anstalt ihnen mit Rath und That an die Hand geht, das Ziel stets erreichen; es muss bei allen solchen Versuchen ausgedehnte Rücksicht auf das Metall, besonders das Roheisen genommen werden, das die Fabrik verarbeitet.

Das gewöhnliche Bronciren und das Bedecken des Gusseisens mit Metallblättern.

Das Bronciren der Gusswaaren wird gewöhnlich so ausgeführt, dass die in den verschiedensten Farben dargestellten pulverförmigen Broncen des Handels auf einem eben fest gewordenen Lack- oder Firnissüberzug der Gusswaare von der entsprechenden Farbe mit einem trockenen Pinsel aufgestäubt und festgeklebt werden. Dadurch überzieht sich vorzugsweise jede hervortretende Stelle (Relief) des Gegenstandes mit dem glänzenden Staube, während die tieferen Flächentheile mehr von der Farbe vorsehen lassen und dunkler erscheinen. Die Wirkung der Form wird dadurch leicht zum Uebertriebenen, karikirt Grotesken gesteigert, wie das die gewöhnlichen broncirten Gusseisen-, Zink-, Papp- und anderen Arbeiten allenthalben beweisen. Will man geschmackvoll arbeiten, so muss die Wirkung der Broncirung so wenig als möglich hervortreten, und namentlich mit der farbigen Unterlage darf sie nicht zu sehr im Gegensatz stehen.

Es würde die höchste Geschmacklosigkeit verrathen, eine grüne Bronce auf einen rothen Farbenanstrich, eine rothe Bronce auf einen grünen Strich, eine gelbliche Bronce auf blauschwarzen Strich u. s. f. zu bringen. Die einzige Bronce, die jeden Strich im Bezug auf die Farbe, doch nicht im Bezug auf Dunkelheit des Tones verträgt,

ist die reine matte Goldbronce, doch hier ist vor Allem in der Anwendung der Bronce selbst Maass zu halten. Grünlichgelbe, bräunlichgelbe und röthlichgelbe Töne von geringer Dunkelheit, überhaupt alle gebrochenen Farben ähnlicher Art, werden hier immer den schönsten Effect hervorbringen, d. h. Unruhe vermeiden.

Weisse Bronce, also Silber- oder Zinnbronce, obwohl sehr zart, und nur für kleine Gegenstände passend oder für innere Ausstattungen, verlangt einen hellgrauen Farbenanstrich als Unterlage, welcher nach Bedarf eine ganz leichte Beimischung von metallischem Roth, Gelb, Grün oder Braun haben darf, ohne an Helligkeit des Tones zu verlieren. Möglichst zu vermeiden sind die violetten, blauen und rosenrothen Töne, welche von manchen Handelsgiessereien allerdings bäuerischen Wünschen nachgebend so oft auf Pumpenständer, Laternenarme u. s. w. gestrichen und übersilbert worden sind.

Die Silberbronce ist an sich schon so hart in der Wirkung, dass man dieselbe nicht noch zu steigern braucht durch Benutzen winterlicher Farben, Töne, die man vielleicht auf Schneegefilden bei spärlicher Beleuchtung gefunden hat. Wer polirte oder matte Silbergeräthe beobachtet, wird sie stets warm in den Lichtern, wie in den Reflexen finden, und man soll sich Mühe geben, diese Lichter und Reflexe durch die Broncirung nachzuahmen.

Man wird in der Wahl des Gegensatzes zwischen Bronce- und Unterlagsfarbe nie fehlgehen, wenn man sich erinnert, dass die Broncirung von Metallsachen nichts weiter bezwecken kann und soll, als die Wirkung gleichmässig behandelter polirter oder mattgearbeiteter Gegenstände aus anderen Metallen auf einem Material, im vorliegenden Falle also dem Gussmetall, in erster Linie dem Gusseisen, hervorzurufen, das sich zu einer derartigen künstlerischen Oberflächenbehandlung nicht hergiebt, oder aus anderen Gründen einer solchen nicht unterworfen werden kann.

Muster für Behandlung der Broncirung lieferten viele Abtheilungen, besonders die deutsche, italienische und französische, theilweise auch andere der letzten Weltausstellungen. Wie zart und bescheiden waren unter anderen die Erzeugnisse der Fabriken von Lauchhammer, Ilsenburg, Gladenbeck-Berlin, Barbédienne und Thiébaut-Paris, der Werke von Val d'Osne u. A. behandelt, trotz theilweiser sehr grosser Dimensionen und Gewalt der Gegenstände? Wer erinnert sich nicht der zarten, wie grün überhauchten Broncegüsse, todte und lebende Thiere, Vögel, Frösche, Eidechsen u. s. w. darstellend, welche eine Pariser Firma, Pautrot-Vallon, 1878 und später ausstellte? Ueberall künstlerisches Bewusstsein in Verbindung mit einer höchst ausgebildeten Technik.

Handelt es sich weiter um die **vollständige** Bedeckung des Gusseisens oder des Gussmaterials überhaupt mit einem anderen Metall, so kann dieses durch eine intensivere Behandlung mit staubförmiger Bronce oder durch Belegen mit Metallblättchen geschehen.

Im ersten Falle erzielt man einen Oberflächeneffect, der den sogenannten matten Metallflächen nahe kommt, obwohl er stets etwas

gröber ausfällt, weil die Lichtzerstreuung der Metalltheilchen das Ansehen eines gewissen Kornes an der Oberfläche hervorbringt. Nur durch leichtes Abreiben mit weichen Gegenständen, Watte u. s. w., kann man dieses körnige Aussehen mildern, verdirbt aber leicht den Effect durch unwillkürliches theilweises Glätten und Poliren.

Einen Gegenstand mit dieser pulverigen Bronce gleichmässig zu überziehen, ist sehr schwierig, und es lässt sich ein viel besserer Eindruck hervorbringen, wenn einzelne Theile der Figur oder des Gegenstandes, z. B. Gewänder, glatte Gliederungen an Säulen und Vasen u. s. w., mit entsprechend gefärbter Bronce in Blättern überlegt und polirt werden. Beobachtet man hierbei den Grundsatz, die ausgeführten und an sich schon lebendigeren Theile des Gegenstandes matt und die platten, grossen oder kleinen Flächen, Verbindungsglieder u. s. w. polirt zu machen, so wird man zur harmonischen Wirkung Vieles beitragen; der Beschauer darf aber nicht durch unberechtigte Gegensätze erschreckt und in dem Genuss gestört werden. Eine Bildsäule oder ein Brustbild, deren Fleisch und Haar polirt, deren Gewand matt gehalten ist, macht unter Umständen einen furchtbaren, erschreckenden Eindruck, der durch Färbung zum maskenhaften gesteigert wird. Vergleicht man in einer Antikengalerie den Eindruck, den ein Kopf von polirtem Verde antico mit unruhigem Porphyrgewand macht, mit dem Eindruck, den ein ähnlich gebildeter Kopf aus gleichbearbeitetem Material, aber in einem Gewande aus grüner, ebenfalls polirter Bronce steckend, macht, so wird man obiger Behauptung Recht geben müssen. Es ist bei der vollständigen Bedeckung der Gusswaare mit anderen Metallen oder Metalllegirungen jedenfalls mit grosser Vorsicht und nach künstlerischer Weisung zu verfahren.

Während das vollkommene Bedecken einer Metallfläche mit pulverförmiger Bronce in ähnlicher Weise ausgeführt wird, wie das theilweise Bronciren, erfordert das Belegen mit Metallblättchen besondere Maassregeln.

Das Vergolden, denn Gold wird zu diesem Zwecke wohl am meisten verwendet, geschieht auf einer Unterlage von röthlichweisser, sehr feiner Oelfarbe, die auf einen ersten Strich von anderer Farbe aufgesetzt wird. Eine Mischung von Mennige mit Kremserweiss ist am Besten hierzu und wird in feingeriebenem, etwas steifem Zustande aufgetragen, anziehen gelassen und ehe noch das Firnisshäutchen gebildet ist, mit dem passend ausgeschnittenen (einfachen oder doppeltstarken) Golde bedeckt. Das Metall wird zunächst vorsichtig angedrückt und dann, nachdem die Farbe halb hart geworden scheint, polirt. Wie alle derartigen Vergolderarbeiten, ist dieselbe zarter, empfindlicher Art und muss mit leichter Hand geschehen; technische Schwierigkeiten sind indessen nicht im Spiel. Das Poliren ist natürlich am Leichtesten, wenn die Gussfläche recht sauber und glatt ist. Ein vorgängiges Abschleifen derselben oder eine andere Bearbeitung wird bei allen feinen Arbeiten vortheilhaft und unter Umständen sogar nothwendig sein.

Die Haltbarkeit einer solchen Vergoldung, wie sie z. B. für Verzierungen an Grabmonumenten viel angewendet wird, beträgt im Freien etwa 6—10 Jahre. Nach dieser Frist muss sie erneuert werden, weil

das fortgesetzte Rosten unter der Farbendecke ein Ablösen der Letzteren und mit ihr des Goldes hervorgebracht hat. (S. 440.)

Grössere Dauer als diese Vergoldungsmethode kann keine beanspruchen, die bei Metallen von nicht gleichmässigem Gefüge, z. B. Gusseisen, möglich wäre, auch nicht eine der in dem Folgenden behandelten Fällungsmethoden. Die einzige Vergoldungs- bezw. Versilberungsmethode, welche eine dauernde Haltbarkeit besitzt, die Legirungsmethode mittelst Amalgamation und Wegrauchen des Quecksilbers durch Anwendung höherer Temperaturen, lässt sich nur bei Kupfer und kupferreichen Legirungen, vor Allem nicht bei Gusseisen anwenden, weil das Letztere wie das reine Eisen selbst keine Verwandtschaft zum Quecksilber zeigt, ein Amalgam an demselben mithin auch nicht haften könnte.

Das Fällen von Metallüberzügen auf vorbereiteten Gusseisenflächen durch einfache chemische Wirkung oder durch Galvanismus.

Es ist bekannt, dass die gebräuchlichsten Gussmetalle, in erster Linie Zink und Eisen (auch Gusseisen), nahezu alle übrigen industriell wichtigen Metalle in einer bestimmten Reihenfolge aus ihren Lösungen ausfällen, indem sie an ihrer Stelle in diese Lösungen eintreten. Wenn die Lösungen schwach sind, bildet sich oft ein mehr oder weniger dauerhafter Ueberzug von dem ausgefällten Metall. Das **Zink** und nach ihm das Eisen fällen alle in Betracht kommenden nachstehend aufgezählten Metalle in der angeführten Ordnung aus den betreffenden Lösungen, wobei die leicht fällbaren zuerst, die weniger fällbaren zuletzt kommen:

Gold,	Kupfer,	Nickel,
Platin,	Blei,	Kobalt,
Silber,	Zinn,	Cadmium.

Dasselbe gilt für die galvanische Fällung, wo der Strom die Zersetzung der betreffenden Metalllösung übernimmt, deren Metallgehalt durch lösliche Pole aus demselben Metall oder in anderer Weise ergänzt werden muss.

Von diesen Metallen kommen bei der Decoration der Gussmetalle überhaupt nur in Frage: Gold, Silber, Kupfer, Nickel und allenfalls Zinn; doch bietet das hauptsächlichste Gussmetall, das Roheisen, wegen der chemischen Natur desselben und wegen des Vorhandenseins der Kohle und der Kohleneisenverbindungen einige Schwierigkeiten. Die Gegenwart des Graphits verursacht beim Fällungsverfahren die Bildung von Graphitschlamm, der sich unter den herzustellenden Metallüberzug und zwischen denselben setzt und so die Adhäsion wie den Zusammenhang sehr leicht hindert. Deshalb muss das Roheisen vor dem Ueberziehen einem Tempern, d. h. Entkohlen durch Glühen ausgesetzt und demnächst mit einer möglichst reinen metallischen Oberfläche versehen werden; diese umständliche und bei der Form vieler Gegenstände nicht stets ausführbare Arbeit erschwert die Anwendung des Fällungsverfahrens.

Für die werthvolleren Arbeiten mancher Giessereien ist das Glühen oder Adouciren indessen immer praktisch, sobald man das Aeussere

elegant behandeln will. Die in der gewöhnlichen Weise dargestellten Rohgüsse werden in der später bei der Darlegung des Verfahrens mit dem schmiedbaren Gusse beschriebenen Weise eingepackt und vorsichtig getempert, geputzt und mit Beizen und feinen Metallbürsten auch mittelst der Schleifwerke der galvanoplastischen Ateliers blank gemacht. Dann kann man sie dem galvanischen oder einem anderen Fällungsverfahren aussetzen und wird eher gute Resultate erhalten.

Die Praxis des galvanischen Verfahrens ist früher mit gewissen Schwierigkeiten verbunden gewesen, als man mit Elementen von sehr wenig constanter Stromstärke arbeiten musste. Heute, wo Thermosäulen (Gülcher u. A.), Dynamomaschinen, Ströme aus Central- und anderen Elektricitätsquellen vorhanden und gebräuchlich sind, und wo gewisse Firmen (unter anderen Pfannhauser-Berlin) Apparate, Bäder und jegliches Zubehör zur Galvanoplastik liefern und Anleitung ertheilen, auch eine starke Literatur existirt, ist die Sache zu einer geläufigen Specialität geworden.

Immerhin bedarf es einiger Erfahrung und werden gelungene Methoden selten zur allgemeinen Kenntniss gebracht.

Wo galvanisch gearbeitet werden soll, bedarf es besonderen Studiums, namentlich bei Gusseisen, das ja heutzutage oft verkupfert, namentlich aber vernickelt wird.

Versuche mit dem eigenen Gussmaterial führen auch hier am Sichersten zum Ziel, obwohl für den Anfang graphitarmes Roheisen von feinem grauen Korn und von guter Beschaffenheit anzurathen ist. (Vergl. unter Anderen Langbein, galvanoplastische Methoden u. s. w.)

Von Interesse sind die in Frankreich seit 1867 gemachten Versuche der chemischen Broncirung grosser Güsse gewesen, die namentlich den Namen des ersten Erfinders Oudry tragen und die allgemeine Aufmerksamkeit erregten.

Das Verfahren bestand wesentlich im Auftragen einer Kupferverbindung von metallischem Ansehen, welche durch den Contact des Eisens zerlegt wurde, und im Auftragen einer beliebigen Bronce auf den noch nicht getrockneten Anstrich, die dann weiter behandelt werden konnte.

Eine gute Broncefarbe mit metallischem Glanz war Ferrocyankupfer, ein rothbrauner Niederschlag, aus Kupferlösungen mit Ferrocyankalium gefällt; derselbe wurde auf das Gussstück aufgestrichen und vor dem Festwerden des Anstrichs Kupferbronce aufgestäubt, dann das Ganze getrocknet und abgebürstet. Dadurch erhielt man einen immer dauerhafter werdenden Kupferüberzug, den man durch Waschen mit einer Lösung von essigsaurem Kupfer und durch langsames Trocknen grün färben konnte. Bürstete man sorgfältig mit Putzlappen ab, so bekam die Patina allmälig einen bräunlichen Ton. Wollte man braune Bronce haben, so brauchte man nur die aufgestäubte Kupferbronce mit Graphitstaub zu überbürsten.

Einen Messingüberzug stellte man z. B. nach Morris & Johnson[1]) her, indem man

1) Mechanics Magazine 1868, vol. 89, p. 284.

1 Pfund Cyankalium,
1 Pfund Ammoniumcarbonat,
2 Unzen Cyankupfer,
1 Unze Cyanzink

in 1 Gallon Wasser brachte, die Lösung auf 150° Fahrenheit = 75° C. erwärmte und einen starken Messingstab eintauchte, während der Gegenstand sich in dem Bade befand. Es schlugen sich Kupfer und Zink zusammen nieder und bildeten einen wirklichen Messingüberzug, den man durch verschiedene Umstände abstimmen konnte.

Steigerte man den Zusatz des Cyankaliums und erhöhte die Temperatur, so schlug sich mehr Kupfer nieder und das Messing wurde Tomback; vergrösserte man dagegen den Zusatz des kohlensauren Ammoniaks und erniedrigte die Temperatur, so erhielt man zinkreicheres Messing und hellere Farben.

Das Ueberziehen und Umgeben des Gusseisens mit stärkeren Metallüberzügen durch wirkliche Oberflächenlegirung.

Es sind nur zwei Metalle, welche bis jetzt in einem technisch-verwerthbaren Legirungsverhältniss zum hauptsächlichsten Gussmaterial, Roheisen, stehen, aber dazu dienen können, Metalle, die zu ihnen selbst Verwandtschaft haben, an das bedeckte Metall zu befestigen.

Diese Metalle sind Zink und Zinn. Beide bilden mit dem Eisen fest constituirte Verbindungen, von denen die Zinkeisenlegirung sogar deutlich krystallisirt vorkommt, während die Zinneisenlegirung im Bereich des sächsischen Zinngewinnungsverfahrens vorzukommen pflegt und die sogenannten Härtlinge bildet. Taucht man Eisengusswaaren in geschmolzen erhaltenes Zink, so bildet sich ein ziemlich starker Ueberzug von Zink auf dem Gusseisen, der dann besonders fest haftet, wenn die Oberfläche des Gusseisens vorher sorgfältig gereinigt, sogar gescheuert worden ist und wenn der Gusseisenkörper vollkommen trocken war. Die Hauptsache für solche Legirungsarbeiten ist immer die Herstellung des **unmittelbarsten** metallischen Contacts, das Vorhandensein einer metallischen Fläche beim Roheisen.

Wegen des Angriffes, den das Zink auf das Roheisen unter den genannten Umständen ausübt, lässt sich dieses Verfahren der Verzinkung nicht für gewöhnliche Ueberzugsarbeiten an Ornamenten u. s. w. ausführen; auch thut man dann viel besser, die betreffenden Gegenstände, wenn es nicht gerade Constructionstheile sind, in Zink selbst herzustellen.

Nur dann gewährt das Ueberziehen von Gussstücken mit Zink einen Vortheil, wenn dadurch ein anderes mit dem Zink, nicht aber mit dem Gusseisen legirbares Metall in festere Verbindung zum Gusseisen treten soll, z. B. Blei und Bleilegirungen.

Etwas Anderes ist es mit der bekanntlich sehr ausgebildeten Verzinkerei von schmiede- oder flusseisernen Gegenständen jeder Bestimmung, welche oft in bedeutenderen Abmessungen zur Vollendung kommen.

Als bessere Unterlage für galvanische Arbeiten liesse sich die Verzinkung auch empfehlen, doch müsste dann diese Verzinkung unmittelbar nach dem Gusse stattfinden, um die Erwärmung zu sparen und jede Oxydation zu vermeiden.

Solange das Publikum den zwar weniger soliden, doch aber billigeren Anstrich und die Broncirung vorzieht, wird an diese unmittelbare Verzinkung nicht zu denken sein. Es sind das Alles Arbeiten, die eine bestimmte Specialität der betreffenden Fabrik voraussetzen, um Erträge zu versprechen; es gehören grössere Vorrichtungen dazu und besondere Oefen und Anlagen, um das Vorwärmen und Verzinken, sowie vorher das Tempern auszuführen.

Indessen ist kein Zweifel, dass, bei richtiger Methode des Versuches, es möglich sein dürfte, derartige Arbeiten, selbst im Grossen, auszuführen, vorausgesetzt natürlich, dass ein Absatz dafür gewonnen werden kann.

Beispiele für Verzinkung und Verzinnung der Gussmetalle, namentlich des Gusseisens (und andere kommen kaum in Betracht), sind selten, indem die Benutzung von verzinktem und verzinntem Geschirre z. B. sich aus dem Grunde nicht empfiehlt, weil beim Erhitzen der Geschirre die Erscheinung des Abschmelzens und Abfliessens des metallischen Ueberzuges sehr stark auftritt. Die Masse des gusseisernen Gefässes ist an sich viel bedeutender als die Masse eines Blechgefässes, und selbst an Letzterem treten derartige Abschmelzungen ein, wenn ein Theil der Wandungen über die Siedhitze des Inhaltes hinaus erwärmt wird.

Dann ist das Gusseisen auch aus schon erwähnten anderen Gründen nicht geneigt, einen Metallüberzug so fest zu halten, wie das Schmiedeeisen, und es vertheuern die Vorbereitungen des Gusseisens zum Verzinken und Verzinnen die Herstellungskosten derartiger Artikel zu sehr, um den Vergleich und die Concurrenz mit dem emaillirten Geschirr aushalten zu können.

Von den vielen meist älteren (neuere giebt es kaum) Vorschlägen zur Gusseisenverzinnung ist deshalb nur einer erwähnenswerth, welcher aus einer Zeit herrührt, wo diese Gusswaarenveredlung noch einigen Werth hatte. Boucher und Roseleur haben seiner Zeit ein Verfahren angegeben, Gusseisen zu verzinnen. Die Oberfläche wird durch längeres Glühen mit Eisenoxyd getempert, d. h. entkohlt und in schmiedbares Gusseisen verwandelt. Die so vorbereiteten und blankgescheuerten Gefässe werden stark erhitzt und, nachdem sie mit dem sogenannten Löthsalz, einer Mischung von Salmiak und Chlorzink, bestrichen sind, mit geschmolzenem Zinn zum Theil gefüllt und mit demselben ausgeschwenkt.

Da das Tempern der Geschirre ohne nachträgliche Verzinnung oder Emaillirung bereits von bedeutenderen Eisengiessereien vortheilhaft betrieben worden ist, wäre eine Verzinnung und dadurch eine Werthssteigerung der Geschirre wohl mit Nutzen ausführbarer zu machen, wenn das Publikum den verzinnten **gusseisernen** Geschirren Geschmack abgewinnen würde.

Doch haben die leichteren Geschirre aus verzinktem Eisen und die ebenso leichten emaillirten Blechgeschirre die gusseisernen Geschirre überhaupt mehr und mehr verdrängt.

Eine weit grössere Wichtigkeit beanspruchen diese oberflächlichen Legirungsarbeiten bei der Herstellung der Geschosse mit Bleimänteln und besonders dann, wenn das Material der Geschosse aus Hartguss besteht.

Diese Manipulation fällt zwar gewöhnlich **nicht** in das Bereich der Eisengiessereiarbeiten, sondern wird von den Artilleriewerkstätten besorgt, hängt aber dort mit der Geschossfabrikation eng zusammen. Einzelne Fabriken, die, wie seiner Zeit H. Gruson in Magdeburg, jetzt F. Krupp, Grusonwerk, den Hartguss als Specialität betrieben und theils noch betreiben und namentlich eine Menge von Hartgussgeschossen lieferten, besorgten auch das Ueberziehen des Geschosses mit Bleimänteln.

Bei der gewöhnlichen Gusseisenmunition wurden die Geschosse, nachdem sie in dem vorderen Mundstück gebohrt und mit einem Gewinde versehen worden waren, an eine Stange aufgeschraubt und mit dieser Stange, nachdem man sie etwas abgebeizt und dann getrocknet und vorgewärmt hatte, in einen Kessel getaucht, welcher geschmolzenes Zink enthielt und immerwährend erhitzt war. Nach Ablauf einiger Minuten wurden sie rasch herausgenommen, in die bereitstehende Form (von Bronce oder Eisen) eingestellt und eingeschlossen und sobald als möglich das Blei in die Eingüsse der Form gegossen. Wenn die Zinkeisenhaut und Zinkhaut, welche auf dem Geschoss über einander sich befanden, von dem Blei so weit aufgeweicht werden konnten, dass eine Zinkbleischicht sich zwischen Geschossfläche und Bleimantel bilden konnte, war der Umguss gelungen.

Bei Hartguss widerstehen zwei Umstände dem Erfolg dieser Methode.

1. Die ungemeine Härte und Dichtigkeit der Gusshaut, welche durch alle in Betracht kommenden Einwirkungen nur sehr schwer angegriffen wird, während der übrige Theil der harten splitterigen Schale weit leichter der Zerstörung durch chemische und selbst mechanische Einflüsse unterliegt.

2. Die Zusammensetzung der Hartschale, die ja vorwiegend Kohleneisenverbindungen zeigt.

Auch wird das hierbei einzuschlagende Einmantelungsverfahren verwickelt durch die Anforderung der Artillerie, auf einer oft vollkommen glatten Kernfläche (man nennt bei der Feuerwerkerei den gusseisernen Theil des Geschosses den Kern) den Bleimantel zu befestigen. Das ist nur ausführbar bei einer sehr bedeutenden Adhäsion der Mantelsubstanz an den Kern und diese wiederum nur denkbar bei vollkommener Legirung. Das Verfahren Gruson's, das geheim gehalten wurde, schien darin zu bestehen, dass, nachdem die Kugelkernflächen blank geschliffen waren, sie einem sorgfältigen Verzinkungsprocess durch Beizen mit Chlorverbindungen des Zinks und demnächst nach sorgfältigem Trocknen, vielleicht in einem Oelbad) durch Einhängen in Zink unterworfen und schliesslich mit Blei um-

gossen wurden. Diese Ummantelung hat heute vielfach der Anbringung von Kupfermänteln Platz gemacht, die hier keinen Antheil beanspruchen kann.

C. Von dem Emailliren oder Glasiren der Gusswaaren.

Das Glasiren der Gusswaaren ist eine nicht sehr alte, doch ziemlich verbreitete Kunst. Sie wurde aber an der Entwickelung und Ausbildung dadurch gehindert, dass man sie sorgfältig geheim hielt und die Recepte zu den Emaillen nur mit den grössten Schwierigkeiten zu erwerben waren. Bis vor 40 Jahren war überall, wo emaillirt wurde, die Routine unbedingte Herrscherin, und nur ganz selten fiel es Jemandem ein, die Emaillen aus einem Geschirr heraus zu schlagen und zu analysiren, um dann auf dem Wege der Synthese hinter das technische Geheimniss zu kommen. Man begnügte sich damit, die Emaillirmeister und die verantwortlicheren Emaillirarbeiter bei ihrer Annahme durch Eide und Cautionen zu binden, und man verbot selbst den übrigen Beamten des eigenen Werkes den Eintritt in die gewöhnlich abgelegen und versteckt liegenden Emaillirwerkstätten. Trotzdem war auf diese Art das Geheimniss schlecht bewahrt, denn während z. B. im Anfang des 3. Decenniums dieses Jahrhunderts die Königl. Eisengiesserei zu Gleiwitz in Oberschlesien vielleicht die einzige Emaillirhütte der östlichen preussischen Provinzen und der benachbarten österreichischen Kronländer war, entstanden in den nächsten Jahrzehnten nicht allein in Niederschlesien und der Niederlausitz, sondern in Mähren und Oesterreichisch-Schlesien, sowie in den an Schlesien grenzenden Theilen der Provinzen Brandenburg und Sachsen eine grosse Zahl von Emaillirhütten, die sehr rasch das Verfahren zu verbessern und auszubilden sich bestrebten, so dass, wenn auch Gleiwitz durchschnittlich haltbarere Emaillen fabricirte, seine Concurrenten doch in Bezug auf die Schönheit der Emaillen, Weisse und Gleichmässigkeit der alten Hütte eine gefährliche Concurrenz machten.

Anstatt nun ein offenes Verfahren einzuschlagen und vor Allem an eine wissenschaftliche Handhabung der Sache zu gehen (wie es den früheren Vorständen des Gleiwitzer Werkes so oft und dringend angerathen) und um einen neuen Standpunkt zu gewinnen, wie ihn nachher die Oesterreicher unter Bartelmus' und Obtulowicz' Führung einnahmen, wurde die alte Gepflogenheit noch lange am Ruder gelassen, und erst in der neueren Zeit scheinen, wie verschiedene Ausstellungen gezeigt haben (u. A. ein sehr grosses Schachtsatzrohr, 1873 in Wien preisgekrönt), andere Anschauungen obzuwalten.

Durch das zu hoher Vollkommenheit gebrachte Emailliren der Blechgeschirre ist indessen das Emaillirverfahren für Gusswaaren ziemlich beschränkt worden, so dass, einzelne Fälle abgerechnet, die Wichtigkeit des emaillirten Gusseisens, namentlich für den Hausbedarf, weniger für den Bedarf der Industrie, in starken Rückgang gerathen und noch begriffen ist.

Industriell brauchbare Emaillen, säure- und temperaturfest, werden noch geschätzt; ihre Hervorbringung wird aber sehr geheim gehalten und kann darüber nichts Zuverlässiges mitgetheilt werden.

Aus Allem geht hervor, dass eine eigentliche Literatur des Emaillirhüttenbetriebes nicht gut existiren kann. In der That sind auch Mittheilungen darüber ziemlich selten. Ausser gelegentlichen Bemerkungen bei Behandlung des Eisengiessereibetriebes als Theil der Eisenhüttenkunde oder der mechanischen Technologie, die aber, mit Ausnahme der von Karsten (Eisenhüttenkunde 3. Aufl. III, S. 516 u. ff.) gegebenen kurzen Darstellung, vollkommen werthlos sind, ist nur eine Monographie anzuführen, welche schon 1851 zuerst erschien und den etwas anspruchsvollen Titel führt: Lehrbuch der Eisenemaillirkunst von Moritz Vogelgesang (Braunschweig, Vieweg), VI u. 86 S. mit 2 Tafeln. Zu einem Lehrbuch fehlt dem sonst übersichtlich und fleissig behandelten Werk die theoretische Begründung, die durch eine Besprechung der Glasflüsse und durch ein genaues Eingehen auf die Beziehungen zwischen Schmelzbarkeit und Zusammensetzung der Gläser, die als Emaillen verwerthet werden können, erreicht worden wäre. Um dieses aber zu können, sind Versuche und Analysen in grosser Zahl anzustellen; es fehlt vorläufig noch jede Grundlage, so dass es auch hier nur möglich ist, Winke, nicht aber sichere Nachweise zu geben über die muthmaasslichen Verhältnisse zwischen den Zusammensetzungen und dem Verhalten der Emaille. Das Vogelgesang'sche Buch hat indess noch einen Mangel, es fehlen ihm die Zeichnungen der hauptsächlichsten Betriebsvorrichtungen; nur wenige Elemente der Construction hat der Verfasser gebracht. In dieser Hinsicht wird die Arbeit von Vogelgesang gut vervollständigt durch einen längeren Aufsatz des Ingenieurs von Mottoni, der im praktischen Maschinen-Constructeur 1868, S. 182 u. ff. die Processe einer grösseren Emailliranlage mit allen Oefen u. s. w. behandelt und mit grossen, hinreichend deutlich ausgestatteten Tafeln begleitet. Noch ist auf einzelne Publicationen der Franzosen hinzuweisen, die wie die Belgier in der Emaille sehr weit sind und deren Recepte u. s. w. in einem Handbuche der bekannten Sammlung Encyclopédie Roret[1]) zusammengestellt sind. Bei der nachfolgenden Beschreibung des Emaillirprocesses sind neben eigenen handschriftlichen Aufzeichnungen die genannten Werke benutzt worden.

Die Eintheilung des Stoffes geschieht am Besten nach der folgenden Ordnung:

- Die Emaillirmaterialien, ihre Eigenschaften und Zusammensetzung.
- Die Vorrichtung der Materialien, Calcination, Mahlen und Verreiben.
- Die Darstellung der Massen oder Emaillen, Schmelzen und Mahlen.
- Die Emaillirarbeiten selbst, Auftragen und Einbrennen der Grundmasse und der Glasur, Schwärzen und Anstreichen der emaillirten Waaren.
- Bemerkungen über die Ausdehnung und Grösse von Emailliranlagen.

1) Der vollständige Titel lautet: De la peinture sur verre sur porcelaine et sur email des émaillages industriels et de la fabrication des émaux et des couleurs vitrisiables par Reboulleau & M. D. Magnier, Paris. Roret 1866.

Eine eingehende Behandlung dieses interessanten Betriebes im Gegensatz zu anderen Veredelungsarbeiten der Giessereiproducte erscheint deshalb gerechtfertigt, weil heute noch die Darstellung der Objecte und das Emailliren vorwiegend in einer Hand sich befinden.

Die Emaillirmaterialien, ihre Eigenschaften und Zusammensetzung.

Von dem Charakter der meisten Emaillen ausgehend, kann man die Materialien unterscheiden als solche, welche dem Email Säuren zuführen, solche, welche dem Email Basen zuführen, solche, welche dem Email bereits constituirte Silicate (oder Borate) zuführen, und endlich Materialien, die bloss decken und färben sollen.

Man kann die Materialien deshalb eintheilen in saure, basische, neutrale und zusätzliche Bestandtheile der Emaillen; die Constitution der Emaille selbst ist aber eine andere als die eines normalen Silicats. Hier ist vielmehr die Zusammensetzung eines unter der Weissgluth, resp. unter der Schmelzhitze des Gusseisens schmelzenden Glases von mittlerer Transparenz — also ein Silicatgemenge, das im Ganzen gewöhnlich als ein Kalk- (resp. Thonerde-) und Alkali-Doppelsilicat gekennzeichnet werden kann — die Grundlage der Arbeiten.

Ein allen Anforderungen entsprechendes, in genauer Synthese zusammengesetztes, gewissermaassen normales Emaillesilicat ist aber noch nie rein dargestellt worden, weil man in der Emaillirkunst, von älteren Erfahrungen in der Glas- und Porzellanfabrikation ausgehend, gleichzeitig mit allen möglichen Materialien arbeitete und es bis in die letzten Decennien Niemandem eingefallen war, ein wenig Chemie bei der ganzen Sache anzuwenden.[1])

Jetzt ist gerade dieser Zweig der Emaillirkunst durch Uebertragung der Erfahrungen der Keramik, durch Ausbildung der Schmelzfarbentechnik zu einer Specialität, einer Hülfsthätigkeit der Giessereien und Emaillirwerke, sehr weit vorgeschritten.

Soweit es der zugemessene Raum gestattet, soll das aus den mitgetheilten Recepten sich ergebende Silicat möglichst genau charakterisirt werden. Ohne vorzugreifen, kann schon behauptet werden, dass man es wesentlich mit Bisilicaten zu thun hat, also Verbindungen von der Form

$$R_{II}\,Si\,O_3 \text{ und } R^2_{VI}\,Si_3\,O_9\,^{2)},$$

sowie mit Gemengen beider, zu denen unter Umständen im Interesse der Deckkraft und Leichtflüssigkeit hinreichend Alkalien und Oxyde eigentlicher Metalle treten können. Ob dadurch Subsilicate sich bilden, ist ungewiss, eher dürften sich spinellartige Verbindungen $\begin{array}{c}R\\R_2\end{array}\Big|\,O_4$

1) Der Einzige vielleicht, der früher schon wissenschaftlich vorgegangen ist, aber die Resultate seiner mühevollen Versuche vorerst für sich verwerthete und nicht bekannt machte, ist der Hüttenverwalter, jetz. Oberbergrath Obtulowicz zu Trzynietz bei Teschen (Oesterr.-Schlesien). Demselben äusserst begabten Techniker ist auch zuerst die Darstellung farbiger Emaillen auf Gusseisen in grösserer Ausdehnung gelungen, und die Wiener Expositionsobjecte der erzherzoglichen Industrialverwaltung in Teschen haben dieses in hervorragendem Maasse bewiesen.

2) R_{VI} sind Doppelatome von Al, Fe, Mn u. s. w.

wesentlich aus Magnesia und Thonerde, in Analogie der Schlacken, sich bilden. Ausserdem führen sämmtliche Emaillen einen den Schmelzbarkeitsgrad abstimmenden Bestandtheil, den Borax, der seiner Zusammensetzung nach unter die sauren Bestandtheile, seiner Wirkung nach unter die neutralen gehört, insofern er vermuthlich ohne Einfluss auf die anfängliche Silicirungsstufe ist.

Es bleibt mithin Nichts übrig, als die Materialien so zu classificiren, wie sie mit Beziehung auf das neutrale oder Singulosilicat bei der Metallurgie classificirt werden, also umgehend von der Form

$$R^2_{II}\,SiO_4 \text{ und } R^2_{VI}\,Si_3\,O_{12},$$

für zwei- resp. sechswerthige Radicale, wozu für die Alkalien noch die Form $R^4_I\,SiO_4$ tritt.[1])

Die sauren Bestandtheile der Emaillirmaterialien.

In erster Linie ist hier zu erwähnen die natürlich vorkommende Kieselsäure; diese Substanz wird in der Form von Quarz (Bergkrystall), Feuerstein und Sand angewendet, oft auch in einem sauren Silicat, z. B. Feldspath, Thon, dann als Porzellan und Glasscherben der Emaillemischung zugeführt.

Die natürlich vorkommende Kieselsäure, wie auch die natürlich sich findenden Silicate müssen frei von färbenden Substanzen sein, und müssen, da sie vermöge ihres Vorkommens u. s. w. verschiedene Zusammensetzung zeigen, vor dem Gebrauch der chemischen Analyse unterworfen werden.

Bergkrystall, gemeiner Quarz und Feuerstein lassen sich wohl als reine Kieselsäure erkennen, ohne der Analyse zu bedürfen; ein Glühversuch weist in manchen Quarzen das geringfügige Vorhandensein des Eisens u. s. w. nach. Dagegen ist der Sand ein, wie aus der im 1. Band gegebenen ausführlichen Relation über die Formmaterialien hervorgeht, sehr verschiedenartig constituirtes Erosionsproduct aller möglichen Ablagerungen.

Er kann ausser stärker und schmutzig färbenden, d. h. qualitativ gefährlichen Substanzen Feldspath und andere Silicate, Kalkkörner u. s. w. enthalten, also einen gewissen Grad von Basicität haben, der bestimmt werden muss, ehe man den Sand als Mischungselement der Emaille benutzen kann.

Für den Feldspath und den Thon gelten die Vorsichtsmaassregeln wegen der Färbung durch Metalloxyde ganz besonders, weil die Feldspathmineralien mit eisen- und manganhaltigen Mineralien (Hornblende, Glimmer, Chlorit, Epidot u. s. w.) sehr häufig vorkommen können.

Wegen der nur einem geübteren Mineralogen möglichen Unterscheidung der einzelnen Feldspatharten ist auch hier wie bei dem Thon die Analyse durchaus nothwendig, wenn man nicht herumtasten will.

1) Die unter den Atomzahlen der Basen noch beigesetzten römischen Ziffern bezeichnen die Werthigkeit der betr. Elemente. (Vgl. Dürre, Allgem. Hüttenkunde; Weber 1877, S. 410 und Derselbe: Anlage und Betrieb der Eisenhütten; Baumgärtner Bd. I, S. 153, Bd. II, S. 303.

In höherem Maasse gilt dieses für die Uebergänge von dem Feldspath in Lehm und Thon und für den Thon selbst; auch hier ist die Abwesenheit färbender Bestandtheile unbedingte Hauptsache.

Vorwiegend werden deshalb die verschiedenen Kaolinarten zur Emaillefabrikation zugelassen, weil sie ganz weiss sind und beim Brennen auch weiss bleiben.

Glas- und Porzellanscherben, deren Anwendung man übrigens nur im Nothfall empfehlen sollte, sind denselben Bedingungen in Bezug auf Farbe unterworfen, wie die vorgenannten natürlichen Materialien. — Trotzdem sind sie mit Vorsicht zu gebrauchen, weil sie in der chemischen Zusammensetzung ausserordentlich wechseln, und weil sie beim nochmaligen Schmelzen als Emaillebestandtheil ihre physikalischen Eigenschaften zum Nachtheil der Haltbarkeit der Emaille ändern und namentlich deren Sprödigkeit und oft deren Strengflüssigkeit steigern können.

Die Zusammensetzungen, welche Vogelgesang von den sauren Bestandtheilen der Emaillen giebt, sind ja auch nur für bestimmte Gattungen derselben geltend. Die einzigen Materialien, bei denen an eine constante Zusammensetzung gedacht werden kann, sind gewöhnlicher (noch nicht verwitterter) quarzfreier Kalifeldspath oder Orthoklas, sowie Natronfeldspath oder Albit (Tetartin), dann der vollkommen reine Kaolin oder Porzellanthon.

Beide Feldspathe enthalten

67—69 Proc. Kieselsäure,
$17^1/_2$—$19^1/_2$ Proc. Thonerde,
12 Proc. Alkali (Kali bezw. Natron)

und geringe, $1^1/_2$—2 Proc. nicht übersteigende Mengen Eisenoxyd und Kalkerde.

Der Kaolin hat den Alkaligehalt eingebüsst, dafür aber Wasser aufgenommen, so dass auf 46 Kieselsäure 39 Thonerde, 13 Wasser und 2 Proc. andere verunreinigende Bestandtheile kommen.

Die Zusammensetzung, welche Vogelgesang u. A. für die anderen (künstlichen) Materialien angeben, ist bei einer rationellen Mischung ohne weitere Prüfung keinesfalls zu Grunde zu legen.

Die basischen Bestandtheile der Emaille.

Als basische Bestandtheile werden vor allen Dingen angewendet kohlensaures **Natron** oder Soda, kohlensaure und schwefelsaure **Magnesia**, salpetersaures **Kali**, saures weinsaures **Kali**, **Kreide**, **Flussspath** und schwefelsaurer **Kalk**, Schwerspath (schwefelsaurer **Baryt**) und endlich deckende und färbende Metalloxyde.

Es treten also, neben den in den vorwiegend sauren Bestandtheilen bereits vorhandenen Basen in die Bildung der Emaillesilicate ein: die Alkalien (Kali und Natron), alkalischen Erden (Baryt und Kalk), die Erden (Thonerde und Magnesia) und einige Metalloxyde, welche zur Färbung der Emaille beitragen sollen, deren Wirkung aber auch hinsichtlich der Flüssigkeit der Emaille sich sehr energisch äussert.

Die alkalischen Bestandtheile Soda, Weinstein, Kalisalpeter tragen wesentlich zur Bildung eines leichten flüssigen Silicates bei, während Kalk und Baryt in der Form von kohlensaurem Kalk, Flussspath, Gyps und bezw. Schwerspath nicht mit besonderem Erfolg angewendet werden. Diese beiden alkalischen Erden geben leicht eine ziemlich strengflüssige Emaille, und es tritt eine kurze und spröde Beschaffenheit derselben ein.

Anders ist es mit der Magnesia, deren Einfluss auf die Consistenz und die Adhäsion des Emailleschlickers es angemessen erscheinen lässt, einigen Zusatz von Magnesia, meist in der Form von Magnesiacarbonat, weniger als Bittersalz, bei der Mischung der Grundmasse wie der Deckmasse anzuwenden.

Eigenthümlich ist der Zusatz der schweren Metalloxyde zum Decken und Färben der Emaille; man wendet dazu hauptsächlich Zinn- und Bleioxyd für die gewöhnliche weisse Emaille, Kobaltoxyd, Manganhyperoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxyd und Eisenoxydul, Antimonoxyd, Goldpurpur u. s. w. für gefärbte Emaillen an.

Von diesen Metalloxyden sind aber nur die Oxyde des Bleies und des Zinnes von besonderer Wichtigkeit, weil sie in grösserer Menge zugesetzt werden, um der Glasur die milchweisse Farbe zu geben.

Das Bleioxyd wird entweder als reine gelbe Glätte oder als Mennige gebraucht, darf aber weder Kupfer noch Antimon, noch Silber enthalten. Das Zinnoxyd wird künstlich durch Veraschen, d. h. Oxydiren des metallischen Zinnes erhalten und gewöhnlich auf den Emaillirhütten selbst hergestellt.

Die neutralen und zusätzlichen Bestandtheile der Emaillen.

Als einen neutralen oder chemisch indifferenten Zusatz kann man vor allen Dingen den Borax anführen, der lediglich dazu benutzt wird, um mit den strengflüssigeren Silicaten eine leichtflüssigere Verbindung zu bilden und dadurch die Fabrikation, wie auch die Benutzung der Emaillen zu erleichtern.

Als Vogelgesang seine Broschüre schrieb, kannte man die Kalisalz- und Boracit-Industrie der Steinsalzfundorte noch nicht, und deshalb musste der genannte Autor ausdrücklich anempfehlen, nur vollkommen reinen oder gereinigten indischen, d. h. sogenannten venetianischen Borax anzuwenden. Dem dazumal in Frankreich fabricirten künstlichen Borax sagte man nach, dass er leicht zerfiele; doch hat das bei der weiteren Anwendung nichts zu sagen. Heute ist es sehr leicht, Borax von vollkommener Farblosigkeit billig zu erhalten, und es würde sich vielleicht eine Mischung von Boraciten und Borax sehr gut empfehlen, weil dann gleich borsaure Magnesia in die Emaille geführt würde.

Dann ist das kohlensaure Ammoniak anzuführen, welches indessen nur zur Auflockerung der Emaillen zu dienen scheint; man will bemerkt haben, dass der Zusatz dieses flüchtigen Stoffes das Reissen und Springen der Emaille verhindere. Einen weiteren Nutzen stiftet die Gegenwart des Ammoniaksalzes noch durch seine

Wirkung auf die in der Emaillemischung befindlichen Sulfate, deren Säure durch die Gegenwart des Ammoniaks leichter entfernt wird.

Ein weiteres ebenfalls zusätzliches Material ist die auch von v. Mottoni u. A. angeführte Knochenasche, welche vorwiegend aus Kalkcarbonat und Kalkphosphat besteht und bekanntlich unter die strengflüssigeren Ofenbaumaterialien des Hüttenbetriebes gehört.

Die Rolle dieses Bestandtheiles ist nicht klar; höchstens kann eine porösere Textur der Emaille und damit eine grössere Solididät und Widerstandsfähigkeit gegen das Zerreissen die Folge der Beimischung der Knochenasche sein.

Die Vorrichtung der Materialien, Calcination, Mahlen und Verreiben.

Sämmtliche Rohmaterialien können, wie sich von selbst ergiebt, nicht im Zustande ihres Bezuges und wie sie im Handel vorkommen, zur Emailledarstellung verwandt werden, weshalb dieselben einer meist mechanischen Vorbereitung unterworfen werden müssen.

Die vorzubereitenden Materialien sind: Quarz, Feldspath, Thon, Flussspath, Gyps, Knochen, Schwerspath und einige vorzugsweise wasserhaltige Salze.

Der Quarz, Feldspath, Flussspath u. s. w., welche in meist grossen Stücken bezogen werden, müssen zunächst zur ungefähren Grösse einer Wallnuss zerschlagen werden, wobei jedes einzelne Material für sich in ein längliches und mehr flaches gusseisernes Gefäss (etwa eine alte Wasserpfanne) geschüttet wird, um in einem bereits erwärmten Brennofen ausgeglüht zu werden, welches Ausglühen in einem Zeitraume von 6—8 Stunden erfolgt. Gewöhnlich wird das Ausglühen im Emaillebrennofen nach vollendetem Einbrennen der Emaille in die Geschirre vorgenommen, da der noch in Glühhitze sich befindende Brennofen hinreichende Wärme für diesen Zweck besitzt.

Nach erfolgtem Ausglühen werden die Gefässe mit den darin befindlichen Materialien aus dem Brennofen gezogen und dem Erkalten überlassen. Wenn dies geschehen, so schreitet man zur Sortirung, wobei die gut ausgeglühten von den weniger geglühten Theilen getrennt und letztere besonders bei Seite gelegt (um sie beim nächsten Brande nochmals auszuglühen) und etwa dazwischen befindliche, mit fremden Beimischungen versehene Gesteinstücke als ungeeignet weggeworfen werden.

Der feuerfeste Thon wird auf ähnliche Weise im Ofen gebrannt und dann sortirt; nur ist zu bemerken, dass vorher geschlemmter und gereinigter Thon stets vorzuziehen ist.

Die ausgeglühten und sortirten Materialien, sowie Borax und Salpeter werden dann, jedes Material für sich allein, durch ein Pochwerk, dessen Stempelschuhe bereits früher aus Gussstahl oder wenigstens aus verstähltem Schmiedeeisen gefertigt sein mussten, in möglichst kleine Stücke zerkleinert.[1])

Während des Pochens werden die zu zerkleinernden Materialien in gewissen Zeiträumen mit Wasser befeuchtet und mit einem schmiede-

1) Heute wendet man alle möglichen neueren Pochwerks- oder Mühlenconstructionen an, wie sie von Specialwerkstätten geliefert werden.

eisernen Haken gewendet, damit alle Theile mit dem Pochstempel in Berührung kommen. Selbstverständlich wird behufs des Wendens der Materialien das Pochwerk ausser Betrieb gesetzt.

Beim Abpochen der Materialien ist die grösste Reinlichkeit zu beobachten, sowie alle Arbeiten, welche Staub erzeugen, zu vermeiden, und sobald eine Gattung Materials zerkleinert wurde, ist das Pochwerk, ehe ein neues Material eingetragen wird, sorgfältig zu reinigen.

Die auf diese Weise zerkleinerten Materialien werden jedes für sich in besondere Kisten gethan und dann in kleinen Quantitäten in die Mahlmühle Nr. 1 unter nöthiger vorhergehender Befeuchtung mit weichem Wasser geschüttet und auf das Allerfeinste zermahlen. Ist dies erfolgt, so wird die Masse durch das am Boden des Mühlbottichs befindliche und mit einem Abschlusshahn versehene Abflussrohr in ein darunter gestelltes gusseisernes Gefäss abgelassen.

Aus diesem Sammelgefäss wird die gesammelte Masse in ein flaches Geschirr (in Form einer Pfanne) im feuchten Zustande geschüttet und auf den in dem Mühlenraume befindlichen und vorher erwärmten Ofen gestellt. Die in dem Gefäss enthaltene schwerere Masse setzt sich zu Boden und das darin befindliche Wasser verdunstet nach und nach. Während des Trocknens der Masse drückt man mit einem runden, fingerdicken Hölzchen Vertiefungen in dieselbe, in welchen sich abermals Feuchtigkeit ansammelt und wieder verflüchtigt; nach erfolgter vollständiger Trocknung der Masse wird dieselbe durch ein feines Sieb durchgesiebt und in eine Kiste (Massenkiste) geschüttet, welche für jede Materialgattung in besondere Fächer abgetheilt und vermittelst eines Deckels gegen Staub und sonstige Unreinigkeiten geschlossen wird.

Die gebrannten und gepochten Knochen werden in einem gusseisernen Mörser auf das Feinste gepulvert und gleichfalls durch ein Haarsieb gesiebt.

Oxydation des Zinnes und Bleies zur Fabrikation der Zinn- und Bleiasche.

Die Darstellung der Blei- und Zinnoxyde, namentlich der Letzteren, gehört gewissermaassen auch in den Kreis der Vorbereitungsarbeiten. Vielfach combinirt man die Herstellung der beiden Oxyde, indem man Mischungen oder Legirungen der beiden Metalle dem Oxydationsprocess unterwirft.

Die Gewichtsmenge der zu bereitenden Zinnasche richtet sich (wie auch bei den übrigen bereits angeführten Materialien) ganz nach der Stärke des Betriebes der Emailliranstalt, und es wird in der Regel eine solche Quantität Vorrath erzeugt, dass man voraussichtlich für einen mehrmonatlichen Betrieb ausreicht, da die Herstellung geringerer Gewichtsmengen mit zu vielen Unkosten verknüpft ist.

Das Zinn und das Blei werden in kleine Stücke, der leichtern Schmelzbarkeit wegen, zerschlagen und in bestimmtem Verhältniss in einen gusseisernen Topf gethan, welch' Letzterer über ein offenes Kohlenfeuer gehängt wird und so lange dort verbleibt, bis die darin befindlichen Metalle vollständig eingeschmolzen sind. Hierauf wird der Topf vom Feuer abgenommen und die gut durchgerührte flüssige Masse in

bereit gehaltene gusseiserne Formen zu Stäben eingegossen, welche eine Länge von 700, eine Breite von 40 und eine Stärke von 30 mm haben. Nach erfolgter Erstarrung werden diese Stäbe (Zinnstäbe) aus den Formen genommen und bis zu ihrer völligen Erkaltung bei Seite gelegt.

Während des Einschmelzens der beiden Metalle wird der zur Bereitung der Zinnmasse dienende, an den Tiegelschmelzofen angebaute, kleine Schmelzofen (Zinnaschebrennofen), Taf. XXIII, Fig. 4, 5, 6, erhitzt resp. angefeuert, und zwar so lange, bis die aus feuerbeständigem Thon gefertigte und eingemauerte Muffel die volle Glühhitze erlangt hat. Ist dies erfolgt, dann werden die erwähnten Legirungsstäbe mit Meissel und Hammer in Stücke zertheilt, deren Längen etwas kürzer als die Muffel sein müssen.

Ein solches Stäbchen wird nun in die vorgeglühte Muffel eingelegt, worauf dasselbe in Fluss geräth, durch den Zutritt des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft die Oberfläche des flüssigen Metalles sich oxydirt und eine Art Haut von der Farbe des hellen Ockers bildet, welche man die (bleiische) Zinnasche nennt. Nachdem man sieht, dass die Oberfläche des flüssigen Metalles sich ganz mit dieser hellgelben Decke überzogen und in einer gewissen Stärke aufliegt, wird mit einem schmiedeeisernen Krätzer diese Decke behutsam, ohne das darunter befindliche flüssige Metall zu berühren, von der Oberfläche abgezogen und in einem eisernen Gefässe angesammelt.

Da die Bildung der Oxydation des flüssigen Metalles ununterbrochen fortschreitet, so werden die oben erzielten legirten Zinnstäbe der Reihe nach, nach Erforderniss, in die Muffel eingelegt und mit dieser Operation so lange fortgefahren, bis alle Stäbe in Zinnasche verwandelt sind.

Während der Zinnaschenbereitung ist darauf zu achten, dass die Muffel des Schmelzofens stets in möglichst gleichmässigem Wärmegrade erhalten wird und jeder Luftzug vor der Oeffnung der Muffel sorgfältig vermieden wird, zu welchem Behufe auch vor dieselbe eine Blechplatte gestellt wird. Die auf diese Weise erzielte Zinnasche wird nach und nach in kleinen Quantitäten auf einem sehr festen ebenen Reibsteine mit eben solchem Pistille auf das Allerfeinste abgerieben und erst hierdurch zur ferneren Verwendung brauchbar. Beim Abreiben hat man ganz besonders darauf zu achten, dass der Reibstein vorher von allen fremden Bestandtheilen gereinigt und dass während der Operation jeder Luftzug und Staub im betreffenden Lokale auf das Sorgfältigste vermieden werden muss, wodurch die abgeriebene Zinnasche fortgeblasen werden könnte; ebenso ist strenge darauf zu achten, dass der betreffende Arbeiter während des Abreibens nicht raucht, am wenigsten eine Cigarre, und dass der Fussboden zur Vermeidung jeden Staubes zuweilen mit Wasser besprengt, überhaupt die grösste Reinlichkeit beobachtet wird.

Auf einigen Werken bedient man sich eines kleinen Flammofens zur Darstellung der genannten Metalloxyde und krükt die eingeschmolzenen Metalle mit einem eisernen Haken so lange um, bis sie in pulveriges Oxyd verwandelt sind.

Im Princip ist dieses Verfahren dem andern gleich, nur ist bei dem Letzteren eine sehr feuerbeständige Muffel nothwendig, während der Herd des Flammofens durch Zustellung mit Dolomitmasse, z. B. dem basischen Mörtel der Thomasstahlwerke, viel eher schwer angreifbar (durch das Blei) gemacht werden kann.

Die Darstellung der Massen oder Emaillen. Schmelzen und Mahlen.

Wie schon hervorgehoben ist, befolgte man bei der Bestimmung der Mischungsverhältnisse grossentheils keinerlei chemische Grundsätze, sondern richtete sich lediglich nach Erfahrungen und darauf gegründeten Ueberlieferungen. Anstatt sich an die in der theoretischen Metallurgie bereits ermittelten Verhältnisse der gewöhnlichen künstlichen Silicate der Schlackenreihen anzuschliessen und die Folgerungen über Schmelzbarkeit, Sprödigkeit u. s. w. zu benutzen, arbeitete man vollständig im Unklaren und begnügte sich, Recepte anderer Werke auf alle mögliche Weise zu erlangen und damit, so gut es anging, auszukommen. Nimmt man an, dass die durch Vogelgesang z. B. mitgetheilten Recepte, von denen einige sich **genau** als die der Eisengiesserei bei Gleiwitz charakterisiren, gute Resultate geben, so müsste man die daraus hervorgehenden Emaillen chemisch analysirt haben, um die entstandenen Verbindungsverhältnisse kennen zu lernen. Es ist das bis jetzt wenig geschehen, und man muss sich begnügen anzunehmen, dass die Composition der Emaillen durch den Schmelzprocess der ersten Darstellungsoperation keine wesentliche Veränderung erleide, dass nichts als der flüchtige Stoff sich entferne und dass die allgemein zutreffenden chemischen Verwandtschaften der Bestandtheile sich geltend machen.

Man unterscheidet bekanntlich bei dem Eisenemaillirprocess wesentlich zwei nacheinander auf das Eisen aufzuschmelzende Mischungen, welche zusammen den Emailleüberzug ausmachen. Die unmittelbar auf das Eisen gebrachte Mischung nennt man allgemein die Grundmasse (französisch: assiette), während die zweite Mischung, welche vorwiegend die Schönheit des Ueberzuges geben soll, Deck- oder Schlussmasse, auch Emaille im engeren Sinne genannt wird.

Während die letztere die wirkliche Emaille vorstellt, spielt die Grundmasse nur die Rolle der Vermittlerin zwischen den äusserst verschiedenen physikalischen Eigenschaften des Metalles und der Emaille. Die Letztere, vollkommen geflossen und dadurch leicht spröde und zum Abspringen geneigt, sobald das Gusseisen sich durch Temperaturveränderungen ausdehnt und zusammenzieht, wird auf der Grundmasse aufgeschmolzen, welche das Eisen selbst in kaum gefrittetem, körnigem und dadurch beweglichem Ueberzuge bedeckt.

Beide Massen sind deshalb von verschiedener Zusammensetzung, doch müssen Beide gleich fein und sorgfältig zur Benutzung vorgerichtet werden.

Die nachfolgende Betrachtung zerfällt demnach in zwei Theile:

einmal die Zusammensetzungsverhältnisse der Emaillemischungen,

dann die Zubereitung der Emaillen und die dazu erforderlichen Apparate.

Die Zusammensetzungsverhältnisse der Emaillirmischungen.

Die Grundmasse. Man wählt zu der Zubereitung der Grundmasse vorwiegend Kieselsäure, welche mit Borax und Feldspath als Flussmittel gemengt und durch Thonzusätze strengflüssiger, durch Kali und Bleioxyd leichtflüssiger und weicher gemacht wird. Magnesiacarbonat erleichtert durch Schleimigmachen das Auftragen, Bittersalz (Magnesiasulfat) steigert die Haltbarkeit.

Vogelgesang (a. a. O., S. 44 u. ff.) theilt acht Recepte mit, von denen hier nur zwei, dem Verfasser früher als durchaus zuverlässig im Erfolg bekannt, wiederholt werden sollen.

1. Es werden 30 Theile Quarz mit 20 Theilen krystallisirtem Borax zunächst geschmolzen und dann auf der Mühle 23 Proc. Kiesel und 23 Proc. Thon nachgesetzt und gemeinschaftlich verrieben. Ersetzt man $3\frac{1}{2}$ Theile des Borax durch 3 Theile Bleiweiss (Bleicarbonat) und 5 Proc. Thon der Mühlenbeschickung durch die gleiche Gewichtsmenge Magnesia, so hat man eine weichere und leichter aufzutragende Grundmasse.

Daraus ergeben sich folgende Verhältnisse: man mischt

30 Theile Quarzmehl (z. B. abgeschreckte und gemahlene Feuersteine),
$16\frac{1}{2}$ „ Borax,
3 „ Bleiweiss

und schmilzt die Masse, wie weiter unten beschrieben werden soll, lässt sie ins Wasser träufeln und bekommt ein grünlich schillerndes durchsichtiges Glas. Der Schmelzverlust ergiebt sich auf 23—24 Proc., so dass 39 Theile Masse erzielt werden, die gröblich zerrieben und dann mit $\frac{6\frac{1}{2}}{28}$ Theilen Quarzmehl pro Theil Masse, also $\frac{39 \cdot 6\frac{1}{2}}{28} = 9{,}05$ Theile und der entsprechenden Menge Wasser (etwa 24 Liter pro 20 kg Masse) auf die Feinmühle gegeben wird.

Sobald die Masse eine bestimmte Feinheit erlangt hat, werden 9,05 Theile Thon incl. 5 Proc. Magnesia zugesetzt, also rund $8\frac{2}{3}$ Theile Thon und $\frac{1}{2}$ Theil Magnesia nachgetragen und nass vermahlen. Man lässt die Masse sich absetzen und bewahrt sie unter Wasser verdeckt auf, um immer sofort wieder die nothwendige Consistenz zu haben.

2. Man schmilzt im Tiegel zusammen:

30 Theile Quarzmehl,
30 „ gemahlenen Feldspath,
25 „ krystallisirten Borax

und mischt die erhaltenen 72 Theile Masse auf der Mühle mit

$10\frac{3}{4}$ Theilen Thon,
6 „ Feldspath,
$1\frac{3}{4}$ „ Magnesia.

Aus den acht Recepten, welche Vogelgesang mittheilt, ergiebt sich eine durchschnittliche Zusammensetzung der Grundmasse, unter Berücksichtigung der ebenfalls mitgetheilten Materialanalysen, von:

	63,49	Proc.	Kiesel,
	13,75	„	Borax,
2,67	(5,35)	„	Alkali [1]),
1,36	(3,62)	„	Bleioxyd,
	14,05	„	Thon,
3,72	(4,25)	„	Magnesiacarbonat,
0,61	(2,44)	„	Magnesiasulfat,
0,35	(0,933)	„	Kalk.

Vernachlässigt man die geringeren Mengen von Alkalien, Magnesiasulfat und Kalk, so bleiben durchschnittlich:

	63,40	Proc.	Kieselsäure,
	13,75	„	Borax,
1,36	(3,62)	„	Bleioxyd,
	14,05	„	Thon,
3,72	(4,25)	„	Magnesiacarbonat.

Rechnet man im Thon circa 50 Proc. Kieselsäure und 33 Proc. Thonerde, so erhält man für die Grundmasse in runden Zahlen einen Gehalt von fast 70½ Proc. Kieselsäure, welcher zur Silicatbildung 1,30 (3,62) Proc. Bleioxyd, circa 5 Proc. Thonerde und eine ebenso unbedeutende Menge von Alkalien, Kalk und Magnesia gegenüberstehen.

Der Verfasser hat seiner Zeit aus diesen Zahlen die ungefähre atomistische Zusammensetzung der Grundmassemischung zu ermitteln versucht und fand, dass für das Werthigkeitsverhältniss von Säure und Basen die Ziffern 11 und 1 herauskamen, also ein höchst saures Silicat (einschliesslich Borax).

Da neuere Untersuchungen von Schlacken und Gläsern solche Gemenge nicht als thatsächliche Verbindungen haben erkennen lassen, sondern als Fritten und Schmelze, d. h. in Glasflüssen suspendirte und fein ausgeschiedene Körper, so kann man zur Noth ein Bi- oder höchstens Trisilicat voraussetzen, in dem die achtfache Werthigkeit Säure feinvertheilt herumschwimmt oder als Schmelz ausgeschieden ist.

Die Rauhigkeit und Rissigkeit der Grundmassendecken spricht für die Richtigkeit dieser Annahme ebenfalls.

Man kann mithin, ohne die absolute Sicherheit für diese Hypothese in Anspruch zu nehmen, voraussetzen, dass in den Grundmassen der Emaillirhütten eine grosse Menge an sich nicht schmelzbarer Kieselsäure durch eine leichtflüssigere Mischung von Borax und verschiedenen (Tri- oder Bi-)Silicaten von Thonerde, Alkalien, alkalischen Erden und Bleioxyd zusammengefrittet wird.

Die Deckmasse, Schlussmasse oder Glasur.

Die Deck- oder Schlussmasse besteht im Wesentlichen aus Kieselsäure, Thonerde, Borax und einer grösseren Menge von

1) Bei der Durchschnittsberechnung der Alkalien, des Bleioxydes, des Magnesiacarbonat-Sulfats und der Kalkerde, die bei bezw. nur 4, 3, 7, 2 und 3 Beispielen vorkommen, hat Vogelgesang das arithmetische Mittel auf alle acht Beispiele bezogen und dadurch die obigen Zahlen erhalten, während die eingeklammerten nach der wirklichen Zahl der zutreffenden Fälle durch den Verfasser berechnet sind.

Zinnoxyd resp. Bleioxyd. Auch hier giebt die Kieselsäure oder das sich bildende Silicat den Körper der Masse, als Flussmittel dient der Borax und als Abstimmungsmittel der Feldspath, event. andere thonerdehaltige Mineralien.

Andere Materialien führt man in das Gemisch, um besondere Zwecke zu erreichen, z. B. ersetzt man den Borax theilweise durch geringe Zusätze von Salpeter als Oxydationsmittel für färbende Oxyde, Natron als glanzgebendes Mittel, kohlensaures Ammoniak gegen das Reissen der Glasur (?), endlich die Magnesiasalze zum gleichen Zweck, wie bei der Grundmasse schon erwähnt wurde.

Für die Zusammensetzung der Glasuren giebt Vogelgesang 27 Recepte an, die unter sich ziemliche Verschiedenheiten in der Zusammensetzung zeigen und namentlich sich durch Benutzung des Feldspathes, des Porzellan- und Glaspulvers unterscheiden. Es geht aus dieser Verschiedenheit hervor, dass man mit den verschiedenartigsten Mitteln zum gleichen Resultate kommen kann, sobald man nur das Verhalten der einzelnen Bestandtheile kennt.

Offenbaren sich bei den Emaillirproben nach einem der Recepte Fehler, so empfiehlt Vogelgesang (a. a. O. S. 51):

a) bei mangelhafter Haltbarkeit einen Zusatz von Magnesiasulfat;
b) bei ungleichem Auftragen etwas Magnesiacarbonat;
c) beim Rissigwerden Thon in Ammoniakwasser aufgeweicht, auch Ammoniumcarbonat;
d) bei schlechter Deckung Zinkoxyd;
e) bei mangelhaftem Glanz etwas Natriumcarbonat;
f) bei gelblicher Farbe etwas Smalte oder Braunstein.

Von den erwähnten 24 Beispielen sind hier die bewährtesten ausgewählt.

1) Man mische:

$37^1/_2$	kg	Kieselsäure,
$27^1/_2$	„	Borax,
30	„	Zinnoxyd,
15	„	Natriumcarbonat,
10	„	Salpeter,
$7^1/_2$	„	Ammoniumcarbonat,
5	„	Magnesiacarbonat

innig durcheinander und lasse die Mischung 2—3 Schmelzungen passiren, bis sie vollkommen frei von allen Blasen ist. Man erhält dann circa 92 kg Masse, die getrocknet, gewogen und verpocht auf die Mühle gegeben wird.

Dabei werden auf wirkliche 92 kg der Masse:

$6^1/_4$	kg	Quarzmehl,
$3^2/_3$	„	Zinnoxyd,
$^2/_3$	„	Natriumcarbonat

zugesetzt und nach sorgfältigem Vermahlen der Masse

$^3/_4$ kg Magnesiacarbonat
nachgesetzt und noch 4—6 Stunden gemahlen. Die Masse muss durch ein Haarsieb gegossen werden und wird, nachdem sie mit dem Mühlenwasser abgekocht worden ist, mit dem Wasser verdeckt aufbewahrt. Für bauchige Geschirre empfiehlt Vogelgesang 10,90 kg Kieselsäure zuzusetzen.[1])

2) Ist Bleiglasur zulässig, so vermindert man den Borax- und den Zinnoxydgehalt und giebt statt dessen Bleicarbonat in die erste Schmelzmischung. Dann gestalten sich die vorhergehenden Verhältnisse folgendermaassen:

$37^1/_2$	kg	Kieselsäure,
24	„	Borax,
25	„	Zinnoxyd,
15	„	Bleicarbonat,
$11^1/_4$	„	Natriumcarbonat,
10	„	Salpeter,
$7^1/_2$	„	Ammoniumcarbonat,
5	„	Magnesiacarbonat.

Die Schmelzmasse, 96 kg, wird in derselben Weise vermahlen wie die unter 1) erhaltene.

3) Für Feldspathverwendung giebt Vogelgesang acht Glasurrecepte, von denen zwei erwähnt werden sollen.

	(4)	(7)
Feldspath	40 kg	30 kg,
Borax	34 „	20 „
Zinnoxyd	15 „	14 „
Natriumcarbonat	— „	7 „
Salpeter	10 „	5 „
Magnesia	— „	5 „

Die Massen können ohne Mühlenzusatz gebraucht werden.

4) Für Porzellanverwendung und Glasbenutzung sind ebenfalls Recepte mitgetheilt, von denen auch nur zwei erwähnt werden sollen.

	(12)	(13)
Kieselsäure	25 kg	20 kg,
Porzellan	25 „	— „
Glaspulver	— „	20 „
Borax	25 „	24 „
Zinnoxyd	20 „	16 „
Bleicarbonat	20 „	3 „
Natriumcarbonat	15 „	10 „
Salpeter	11 „	2 „
Ammoniumcarbonat	$7^1/_2$ „	— „
Magnesia	6 „	5 „

Diese Massen, gut gemengt und geschmolzen, werden dann mit gleichen Zusätzen vermahlen, wie die unter 1 und 2 angeführten.

1) Die Rechnungsansätze, die Vogelgesang gegeben und die in Loth ausgedrückt waren, sind hier weggelassen.

Betrachtet man die von Vogelgesang auf S. 62 und 63 seines Buches gegebenen Zusammenstellungen an Glasurcompositionen, so sieht man, dass der

Kieselsäuregehalt	zwischen	27,02	u.	43,88	Proc.
Thonerdegehalt	"	0,28	"	13,51	"
Kalkcarbonatgehalt	"	0,36	"	5,26	"
Magnesiacarbonatgehalt	"	2,77	"	6,71	"
Magnesiasulfatgehalt	"	1,22	"	3,63	"
Boraxgehalt	"	8,28	"	24,06	"
Natriumcarbonatgehalt	"	0,57	"	10,21	"
Kaligehalt[1])	"	2,49	"	10,16	"
Ammoniumcarbonatgehalt	"	0,21	"	1,98	"
Bleioxydgehalt	"	2,80	"	12,64	"
Zinnoxydgehalt	"	11,80	"	30,36	"

schwankt.

Aus diesem Grunde wahrscheinlich hat Vogelgesang darauf verzichtet, wie bei den Grundmassen einen Durchschnitt aller Resultate zu ziehen.

Zur Untersuchung der Silicatstufe u. s. w. empfiehlt es sich, aus den Recepten das vorhin zuerst erläuterte herauszugreifen.

Es enthält dasselbe

$37\frac{1}{2} + 6\frac{1}{4}$	Theile	= 43,75	Kieselsäure,
$27\frac{1}{2}$	"	= 27,50	Borax,
$30 + 3\frac{2}{3}$	"	= 33,67	Zinnoxyd,
$15 + \frac{2}{3}$	"	= 15,67	Natriumcarbonat entspr.,
		= 9,07	Natronanhydrid,
10	"	= 10,00	Salpeter,
		= 4,65	Kalianhydrid,
$5 + \frac{3}{4}$	"	= 5,75	Magnesiacarbonat,
		= 2,74	Magnesiaanhydrid.

Berechnet man aus diesen Mengen die relativen Atomzahlen, so stellt sich schliesslich heraus, dass man es bei der Deckmasse mit einem Bisilicat zu thun hat, wenn Zinnoxyd als Base betrachtet wird, was ja nicht absolut sicher wird.

Es wäre zu untersuchen, ob die stöchiometrische Ausrechnung der übrigen Recepte, namentlich der feldspath-, glas- und porzellanhaltigen Mischungen, ein gleiches Verhältniss ergiebt.

Bezüglich des Studiums der Emaillen überhaupt ist noch das S. 451 citirte Handbuch der bekannten französischen Sammlung Roret anzuführen, das auf S. 263—305 Versuche der Herren Jourdan Vater und Sohn über das Metallemailliren enthält, welche manche schätzbare Anregung bieten, die zu verfolgen ist. Bei der wachsenden Bedeutung der Blechemaillirwaaren aber erscheint es nicht angebracht, an dieser Stelle weiter darauf einzugehen.

1) Es ist nicht klar angegeben, ob die Ziffern dem Kaligehalt oder dem Kalinitrat- oder Kalitartratgehalt entsprechen.

Die Zubereitung der Emaillen und die dazu erforderlichen Apparate.[1]

Die zur Bereitung der Grund- und Schlussmasse erforderlichen Schmelztiegel, Tiegelfüsse und Stöpsel wurden in der Regel durch den Emaillirmeister angefertigt. Heute dürfte die weit vorangeschrittene Tiegelindustrie diese Gefässe besser und billiger liefern, doch mögen die hohen Angaben immerhin stehen bleiben, da sie bewährt sind und für bestimmte Fälle ihren Werth behalten. Das hierzu verwandte Material bestand nur aus feuerbeständigem Thon, welcher vorher gut abgeschlemmt werden musste.

Von dem so gereinigten Thone wurde nun ungefähr so viel in die hölzerne, vorher gereinigte und mit Oel bestrichene Form (genannt Nonne), welche die äussere Gestalt des Tiegels hatte, gethan, dass ungefähr $^2/_3$ der Höhe derselben angefüllt war. Hierauf wurde der ebenfalls aus Holz gefertigte und mit Oel bestrichene Stöpsel (genannt Mönch), der der Innengestalt des Tiegels entspricht, in die Mitte der Form auf den darin befindlichen Thon aufgesetzt und mit kräftigen Hammerschlägen in die Form bis zu der auf dem Stöpsel bezeichneten Höhe hineingeschlagen, wobei man zu beobachten hatte, dass der so erzeugte Tiegel auf seinem ganzen Umfange gleiche Wandstärke erhielt.

Wenn dies erfolgt, wurde der Mönch herausgezogen, der fertige Tiegel aus der Form behutsam herausgeschlagen und auf einen hölzernen Untersatz gestellt, der an zwei Seiten mit Handgriffen versehen war und in seiner Mitte ein rundes Loch von 25 mm Durchmesser hatte.

Zunächst wurde mit einem runden hölzernen Stäbchen von 19 mm Durchmesser, dessen Ende auf einer Seite kegelförmig zugespitzt war, und welches im Ganzen eine Länge von 450 mm hatte, durch den Boden des Tiegels eine Oeffnung behutsam gedrückt und dieselbe dann von beiden Seiten gut abgestrichen, damit keine scharfen Kanten blieben.

Der nun vollendete Tiegel wurde in einem mässig erwärmten Lokale, wobei er vor Staub und Luftzug zu schützen war, aufgestellt und verblieb in demselben ungefähr 14 Tage bei ziemlich gleichmässiger Temperatur, worauf dieselbe langsam gesteigert wurde. Diese Steigerung durfte nicht in zu kurzen Zeiträumen erfolgen, indem der Tiegel sonst sehr leicht rissig und dadurch unbrauchbar wurde.

Das Austrocknen der Tiegel erfolgte in der Regel binnen drei Monaten, nach welchem Zeitraume derselbe noch ungefähr vier Wochen auf den Wärmeofen gestellt wurde und dann in Gebrauch genommen werden konnte. Man muss immer einige Tiegel zur Reserve haben, vermeide aber so viel wie möglich, neue Tiegel bei Frostwetter anzufertigen.

Die Tiegelfüsse wurden ebenfalls aus Thon gefertigt, jedoch mit dem Unterschiede, dass man zur Hälfte alte (gebrauchte) Tiegelfüsse beimischte (wovon die daran haftenden Schlacken sorgfältig entfernt worden waren), die gebrannte Masse zerschlug und fein mahlte und dem Thon zugab. Ihre Erzeugung erfolgte gleichfalls in hölzernen Formen.

1) Vergl. v. Mottoni a. a. O.

Die Stöpsel zu den Tiegeln bestanden nur aus Thon und hatten die Form eines Kegels, auf dessen Länge sich eine muldenförmige Rinne zum Ablauf der Masse befand. Ihre Anfertigung bedurfte keiner besonderen Vorrichtung, doch war bei deren Länge zu beachten, dass dieselbe, wenn im Tiegel eingesetzt, noch mindestens 15 mm im Innern desselben hervorragen musste. Die gewöhnliche Grösse der getrockneten Tiegel, sowie deren Fuss und Stöpsel ist auf Taf. XXIII, Fig. 8—11 zu ersehen.

Die Grundnäpfchen bestanden gleichfalls aus Thon und wurden in der Regel aus Töpfereien bezogen, da deren Selbstkostenpreis zu hoch zu stehen kam und solche ausserdem gebrannt sein mussten.

Die mechanische Herstellung der Grund- und Schlussmasse umfasst die nachstehenden einzelnen Operationen.

Im Laboratorium, woselbst alle zubereiteten Rohmaterialien ihr Lager haben, werden sie auf einer Waage mit grösster Sorgfältigkeit und Genauigkeit in den bestimmten bewährten Verhältnissen einzeln abgewogen und in einen bereitstehenden, vorher sorgfältig gereinigten hölzernen Bottich geschüttet und mit einer hölzernen Schaufel gut untermengt. Während dieser Zubereitung wird durch einen Arbeiter das nöthige Brennmaterial (Holzkohle) zum Anfeuern des Schmelzofens, sowie zur Schmelzung der Grund- und Schlussmasse selbst herbeigeschafft und der Schmelzofen sofort angefeuert. Gleichzeitig werden die nöthigen Schmelztiegel mit Stöpsel und Tiegelfüssen in den Ofen eingesetzt und an den Ofen selbst an seiner Längenseite eine Treppe angelehnt, welche bis nach Vollendung der Schmelzung daselbst verbleibt.

Ein kleines hölzernes, mit einem Handgriffe versehenes Kistchen wird mit vorbereitetem Schmelzmaterial angefüllt und auf das Ofengewölbe in der Nähe der drei Beschickungsöffnungen an die Scheidewand des Gebäudes hingestellt und mit einem Deckel geschlossen. Neben dieses Kistchen werden auch die zur Beschickung der Tiegel nöthigen Werkzeuge gestellt. Diese sind folgende:

a. ein kleiner eiserner Haken zum Abheben der gusseisernen Deckel auf den Beschickungsöffnungen;

b. ein blecherner Trichter mit 350 mm langem und 70 mm im Durchmesser haltendem Hals zum ersten Einfüllen des Schmelzmaterials in die Tiegel;

c. ein blecherner, muldenförmiger, mit einem 500 mm langen, eisernen Stiel versehener Löffel zum Einschütten des Schmelzmaterials;

d. ein schmiedeeiserner, 1 m langer und 7 mm starker Spiess, dessen eine Spitze zugeschärft ist und zur Nachhülfe bei etwaiger Verschlackung der unteren Tiegelöffnung dient;

e. eine grosse schmiedeeiserne Zange zum Einsetzen der Tiegel und zum Ausheben derselben, im Falle während des Betriebes ein solcher bersten sollte, und

f. eine ebensolche Zange zum Einsetzen der Tiegelfüsse und Stöpsel.

Unter dem Ofenherde befindet sich eine Vertiefung, ähnlich einem Aschenfalle, in welche ein oder zwei gusseiserne längliche Behälter (gewöhnlich unbrauchbare Wasserpfannen) zur Aufnahme der geschmolzenen Schlussmasse gestellt werden.

In die Nähe dieser Vertiefung werden die Werkzeuge zum Ausheben der geschmolzenen Schlussmasse gestellt, bestehend aus:

a. einem schmiedeeisernen, 1300 mm langen und 15 mm starken Stabe, welcher an einem Ende zugespitzt und hakenförmig umgebogen ist;

b. einem mit Wasser gefüllten Eimer zum Abkühlen vorerwähnten Stabes, wenn solcher an seiner Spitze glühend geworden;

c. einem Handhammer zum Abklopfen der Schmelzmasse, wenn solche am Stabe haften bleibt oder sich Schlacken zwischen derselben befinden;

d. einem eisernen Gefässe irgend welcher Form zur Aufnahme der geschmolzenen Masse.

Nach den Vorbereitungen werden die unterdessen vorgewärmten Tiegel im Schmelzofen nochmals einer Untersuchung unterworfen, ob solche gut und sicher gestellt und nicht schadhaft sind, sowie zur Vorsicht ein oder zwei Ersatztiegel vorgewärmt, um bei etwaigem Schadhaftwerden eines beschickten Tiegels solchen sofort auswechseln zu können.

Sobald der Schmelzofen, der auf Taf. XXIII, Fig. 1—4 u. 7 abgebildet ist, den erforderlichen Hitzegrad erreicht hat, werden die drei im Ofen befindlichen Tiegel mit dem bereit stehenden Schmelzmaterial in folgender Weise beschickt.

Der Arbeiter, welcher die Schmelzung leitet, besteigt das Gewölbe des Ofens, hebt mit dem kleinen Haken die gusseisernen Deckel der Beschickungsöffnungen (zunächst an der Feuerbrücke) ab und stellt sie bei Seite, ergreift mit der kleinen Zange den blechernen Trichter und hängt denselben in die freie Oeffnung, so dass der Hals des Trichters in den darunter befindlichen Tiegel reicht. Nun wird mit dem Löffel das Schmelzmaterial sehr behutsam in den Trichter geschüttet und nach drei Füllungen der Trichter wieder entfernt. Der Rest des Tiegels wird mit grösster Vorsicht bis an den Rand mit dem Löffel allein gefüllt, doch ist natürlich zu beobachten, dass kein Schmelzmaterial über dem Rande des Tiegels angehäuft sein darf, indem solches durch den scharfen Zug des Ofens sonst fortgeführt würde.

Die Tiegel selbst werden nicht weiter zugedeckt, sondern blos die gusseisernen Deckel auf die Beschickungsöffnungen wieder aufgelegt.

Hierauf werden die Grundnäpfchen mit der vorbereiteten Grundmasse angefüllt und drei derselben in den Feuerkanal durch die Oeffnungen hinter die Schmelztiegel eingeschoben und die Thüren geschlossen.

Zur Handhabung der Grundnäpfchen ist blos eine Gabelzange zum Umfassen derselben, wenn solche nach erfolgtem Einschmelzen der Grundmasse aus dem Ofen entfernt werden sollen, erforderlich.

Während des Schmelzens hat der leitende Arbeiter besonders darauf zu achten, dass der Ofen stets in einer gleichmässigen Temperatur verbleibt, welches er durch die drei an der Langseite des Ofens befindlichen Beobachtungsöffnungen, deren Einzeleinrichtung in Fig. 7, Taf. XXIII, in vergrössertem Maasse abgebildet ist, am Besten übersieht.

Nach Verlauf einer Viertelstunde kommt das in den Tiegeln befindliche Material in Fluss und tropft in dicken Massen lavaartig durch die im Boden der Tiegel befindliche Oeffnung die Stöpsel entlang und gelangt durch die in der Herdsohle befindlichen Oeffnungen in die in der Vertiefung darunter befindlichen gusseisernen Behälter.

Sobald sich eine hinreichende Menge geschmolzener Schlussmasse in den Behältern angesammelt, wird dieselbe mit dem eisernen Stabe, welcher an einem Ende hakenförmig gebogen ist, herausgehoben, in das bereitstehende Gefäss gelegt und die erhitzte Spitze des eisernen Stabes im Wasser abgekühlt. Indem die Schlussmasse im Verhältnisse ihres Volumens sehr schwer ist, so vermeide man, zu grosse Massen auf einmal aus dem Behälter auszuheben.

In Zeiträumen von zehn Minuten sieht man durch Abheben der gusseisernen Deckel auf dem Schmelzraum die Tiegel nach, ob noch hinreichend Schmelzmaterial in denselben enthalten ist, und sobald dasselbe auf ungefähr die Hälfte der Tiegelhöhe gesunken, so werden dieselben sofort bis an deren Rand wieder nachgefüllt. Auf diese Weise wird ununterbrochen Tag und Nacht mit der Schmelzung fortgefahren, zu welchem Behufe nach Verlauf von zwölf Stunden ein Wechsel der Arbeiter stattfinden muss.

Sobald sich beim Schmelzen Schlacken zeigen, werden dieselben mit einer kleinen Zange aus dem Behälter herausgeworfen. Reine Schlacke hat eine hellgrüne Farbe und besitzt die Eigenschaft des grünen Hohlglases, ist ebenso spröde und durchsichtig; unreine Schlacke ist durch beigemengte Emaillenmasse weiss geadert.

Das Schmelzgut für die Grundmasse in den thönernen Näpfchen, welches anders zusammengesetzt ist und welche während des Einschmelzens in den Näpfchen verbleibt, geräth nach Mottoni angeblich leichter in Fluss, vielleicht wegen des Boraxgehaltes u. s. w., und erkennt man denselben, wenn die Oberfläche der Masse schaumartig aufwallt. Im erkalteten Zustande besitzt die Grundmasse nicht die Consistenz der Schlussmasse und ist mehr porös (bimssteinartig).

Der regelmässige und gute Gang des Schmelzens zeigt sich durch ein in gleichen Zwischenräumen fallendes Tropfen der Masse von ziemlich gleichmässiger Grösse und Flüssigkeit, welche in die unter der Ofensohle befindlichen Behälter niederfallen, sofort erstarrt und eine undurchsichtige feste, etwas ins Gelbliche spielende weisse und spröde Masse bildet; diese hält sehr lange die Hitze in sich und ist im erkalteten Zustande so hart, dass sie Glas ritzt, weshalb man beim Entleeren der Gefässe sich hüten muss, solches mit der Hand zu vollführen, da man sich, wie bei Hochofenschlacken, sehr leicht in die Fingerspitzen schneidet, wenn man nicht kleine Zangen anwendet und die Gefässe nur ausschüttet.

Sobald von der erkalteten Schlussmasse die Gefässe angefüllt sind, werden dieselben in eine hölzerne Tonne entleert. Die Grundmasse hingegen verbleibt in den thönernen Näpfchen, welche letztere vorher im leeren Zustande abgewogen werden müssen, deren Gewicht man sich notirt.

Nach erfolgter Schmelzung der gesammten Grund- und Schlussmasse wird dieselbe genau abgewogen, bei der Grundmasse wird dann

das ursprüngliche Gewicht der thönernen Näpfchen in Abzug gebracht und die so erhaltenen Gewichtszahlen im geheimen Betriebsbuch der Emaillir-Anstalt eingetragen.

Die erhaltene Schlussmasse wird hierauf einer Revision unterworfen, bei welcher Gelegenheit alle Stückchen, in welchen Schlacken enthalten sind, bei Seite gelegt und zerschlagen werden, die Schlacke daraus entfernt und weggeworfen wird. Die gereinigte Schlussmasse wird durch das Pochwerk zerkleinert und kommt unter Beobachtung der bereits beim Zerkleinern der Rohmaterialien angegebenen Regeln in die Mühle Nr. 3, in welcher ganz auf dieselbe Weise wie beim Mahlen der rohen Masse verfahren wird, nur mit dem Unterschiede, dass die Durchseihung der gemahlenen Masse durch ein noch feineres Haarsieb erfolgt, worauf die ganze Masse in besondere Töpfe mit weichem Wasser zu einem weder zu dünnen, noch zu dicken Brei gerührt wird. Ueberhaupt wird blos so viel Schlussmasse zubereitet, als man zu dem jedesmaligen Brande nöthig hat.

Die erforderliche Grundmasse wird gleichfalls wie die Schlussmasse gepocht, aber in der Mühle Nr. 2 gemahlen und sonst wie die Schlussmasse behandelt. Es sind also ausser der Materialmühle noch mindestens zwei Massemühlen anzulegen, um die Grundmasse und die Glasur getrennt verarbeiten zu können.

Die Emaillirarbeit selbst, Auftragen und Einbrennen der Grundmasse und der Glasur; Schwärzen und Anstreichen der emaillirten Waaren.

Das zu emaillirende gusseiserne Geschirr u. s. w. muss sehr rein und von etwa daran haftendem Formsand oder Rost vollkommen befreit sein und darf weder Blasen, Löcher, Risse, noch sogenannte Schweissungen enthalten, da auf derartigen Fehlern die Emaille ungleich oder nicht gut haftet. Sobald die Gegenstände die Putzerwerkstätte verlassen, werden die Geschirre auf einem Schleifstein von ihrer sogenannten Naht befreit und bei dieser Operation nochmals geprüft; mit obigen Fehlern behaftete Gegenstände werden als Ausschuss zum Brucheisen geworfen. Poröses Geschirr hält zwar gewöhnlich alle Operationen bei der Emaillirung aus, allein beim Abschwärzen derselben tritt der Theer zwischen der Emaille und der Gefässwand hindurch, wodurch die Emaille an diesen Stellen unansehnliche braune Flecken erhält.

Verrostetes altes Geschirr ist selbstredend zur Emaillirung vollkommen untauglich, indem ganz abgesehen von mangelhafter Adhäsion des Emailleüberzuges der Rost bei noch so sorgfältigem Ausglühen des betreffenden Geschirres nach erfolgter Emaillirung in kurzem Zeitraume unter der Emaille in röthlichgelben, fahlen Flecken wieder zum Vorschein kommt, wodurch das Geschirr für den Handel absolut untauglich wird.

Das nach erfolgter Revision zur Emaillirung für tauglich befundene Geschirr wird mit erwärmtem sogenannten Scheuerwasser, unter Zuhülfenehmung von Sand, mit Strohwischen gut abgerieben und gereinigt und hierauf in einem erwärmten Raume auf geheizter Unter-

lage möglichst rasch getrocknet, wobei allerdings die Bildung eines leisen gelblichen Hauches durch Oxydation nie ganz vermieden werden kann.

Durch Beizen der zu emaillirenden Gegenstände unterstützt man das Reinigen derselben ausserordentlich und bringt auch auf diese Weise den oberflächlich ausgeschiedenen Graphit fort, der das Anhaften der Emaille vielfach und besonders stark verhindert.

Als Beize verwendet man gewöhnlich verdünnte Schwefelsäure, deren Verdünnungsgrad einen längeren Aufenthalt der Geschirre darin nothwendig macht oder ermöglicht, um die Fabrikation in richtiger Theilung der Arbeit zu erhalten.

Das Auftragen der Grundmasse.

Die Geschirre mit Emaillemasse (Grund- oder Deckmasse) versehen, nennt man das Auftragen.

Der in dem Trockenraume befindliche Ofen (Trockenofen) wird zur Erwärmung des Lokales, sowie zum Trocknen der aufgetragenen Geschirre angefeuert, die zum Trocknen nöthigen hölzernen Böcke werden an den geeigneten Plätzen aufgestellt und auf dieselben eine Anzahl vierkantiger Eisenstäbe je nach Grösse der zu trocknenden Geschirre quer darüber gelegt. Fig. 201, S. 471 befindet sich die Zeichnung eines Trockenofens für Torffeuerung, dessen Gerüste vorwiegend von Eisen construirt sind und der besser arbeitet, als ein gewöhnlicher niedriger Ofen, auf dem die Geschirre aufgethürmt werden müssen. Eine kleine hölzerne Bank zum Aufsetzen des die Grundmasse enthaltenden Gefässes, sowie mehrere eiserne flache grössere Geschirre zur Aufnahme der abtropfenden Masse während des Auftragens werden auf den Fussboden, letztere unter die hölzerne Bank niedergestellt. Das Auftragen der Emaille, sowie das Einbrennen derselben in die Geschirre besorgt der Meister mit zwei Gehilfen; befinden sich aber grosse und schwere Gegenstände darunter, dann wird nach Erforderniss noch mehr Mannschaft dazu genommen.

Demnächst wird ein gusseiserner Topf von entsprechender Grösse mit weichem Wasser gefüllt und dasselbe erwärmt, worauf die benöthigte Menge Ammoniumcarbonat in das Wasser zur völligen Auflösung eingelegt und der Topf zugedeckt wird; derselbe wird vorläufig auf dem Trockenofen stehen gelassen.

Von der in einem Gefäss zubereiteten Grundmasse wird das überflüssige, auf deren Oberfläche sich befindende Wasser, indem man die flache Hand vor das Gefäss hält, äusserst behutsam (ohne das Gefäss zu erschüttern) abgegossen und weggeschüttet. Hierauf wird die Grundmasse mit einem hölzernen und unten flachen Stabe gut durchgerührt und vom aufgelösten Ammoniumcarbonat ein entsprechender Theil im Verhältniss zur Grundmassenmenge hineingeschüttet und das Umrühren einige Secunden fortgesetzt, worauf das Ganze auf den Trockenofen gestellt wird.

Beispielsweise soll das Auftragen von Töpfen, Wasserpfannen, Küchenausgüssen und Kesseln im Folgenden erläutert werden.

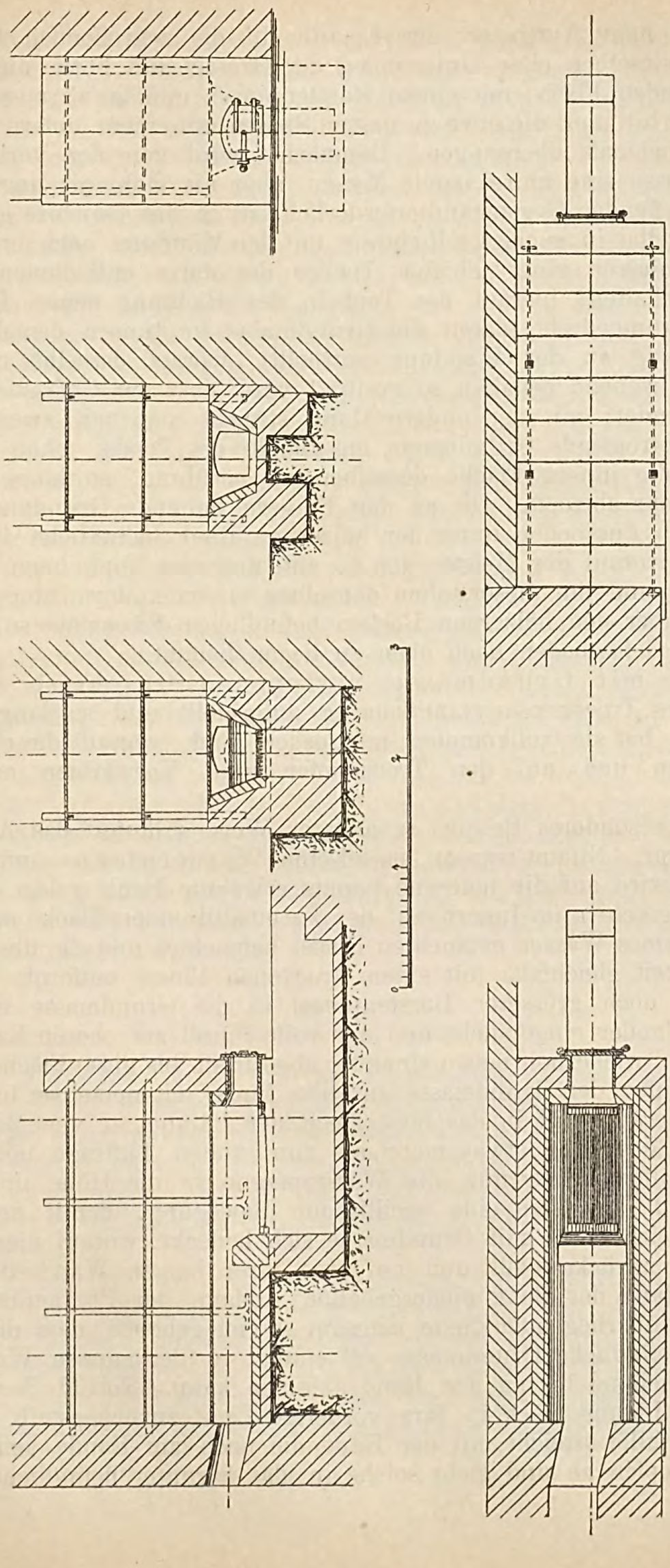


Fig. 201.

Vor dem Auftragen der Emaille in die betreffenden Geschirre werden dieselben ohne Unterschied der Grösse und Form auf der zu emaillirenden Fläche mit einem Borstenpinsel und lauwarmem Wasser befeuchtet und die etwa zu nassen Stellen mit einem andern trocknen Pinsel nochmals übergangen. Demnächst wird von der vorbereiteten Grundmasse eine hinreichende Menge (aber nie mehr als ungefähr für den betreffenden Gegenstand erforderlich ist) in das Geschirr geschüttet und dasselbe in geneigter Richtung mit der Mündung nach unten zum Auslaufenlassen eines kleinen Theiles der darin enthaltenen Grundmasse gehalten, hierauf der Topf in der Richtung seines Umfanges rasch herumgedreht (damit die Grundmasse im Innern desselben sich gleichmässig an der Wandung vertheilt), worauf dasselbe mit einer Hand schwebend gehalten so gestürzt wird, dass der Gefässboden sich oben befindet; mit der andern Hand streicht man mit zwei Fingern die herabtropfende Grundmasse am Rande des Topfes, ohne mit den Fingern die innere Fläche desselben zu berühren, so lange ab, bis nichts mehr abtropft. Die an den Fingern haftende Grundmasse wird in das am Fussboden unter der hölzernen Bank befindliche Gefäss abgestreift, worauf der Meister den so aufgetragenen Topf einem Gehilfen übergiebt und ihn dieser, ohne denselben zu erschüttern, abnimmt und auf die über den hölzernen Böcken befindlichen Eisenstäbe so aufstellt, dass der Gefässboden nach oben zu liegen kommt.

Die mit Grundmasse versehenen Geschirre werden behufs des Trocknens pyramidenartig aufgestellt und so lange stehen gelassen, bis sie vollkommen lufttrocken sind, worauf dieselben abgenommen und auf den Trockenofen zum Vorwärmen aufgestellt werden.

Ein besonderes Beispiel in anderer Weise erläutert das Auftragen noch besser. Nimmt man an, es sei eine Wasserpfanne aufzutragen. Dieselbe wird auf die hölzerne bereits erwähnte Bank gelegt und wie das Kochgeschirr im Innern auf der zu emaillirenden Fläche mit einem in lauwarmes Wasser getauchten Pinsel befeuchtet und die überflüssige Feuchtigkeit gleichfalls mit einem trockenen Pinsel entfernt. Hierauf wird ein noch grösserer Borstenpinsel in die Grundmasse mehrmals hinter einander eingetaucht und der volle Pinsel am oberen Rande der Stirnseiten wiederholt neben einander abgestreift, bis diese Flächen durch das Ablaufen der Grundmasse aus dem Pinsel mit derselben überzogen sind. Hierauf wird in das Schöpfloch der Pfanne so viel Masse eingegossen, dass man etwas mehr als zum vollen Auftrage nöthig hat; zwei Gehilfen heben nun die Wasserpfanne in die Höhe und geben schwebend derselben eine oscillirende Bewegung, damit der ganze Boden gleichmässig mit Grundmasse sich bedeckt, worauf dieselbe auf die Bank zurückgestellt und auf eine ihrer langen Wandseiten flach an den Rand der Bank niedergehalten, sodann der Pfannenboden auf der gegenüberliegenden Seite langsam so viel gehoben, dass die in der Pfanne befindliche Grundmasse auf einmal in der ganzen Wandbreite sich vertheilend bis an den Rand ablaufen kann. Sobald dies erfolgt, wird die Pfanne rasch in ihre vorherige Lage zurückgestellt, und ein dritter Gehilfe streicht mit der Hand die noch am Rande befindlichen Massentropfen ab und giebt solche in das darunter befindliche Gefäss.

Demnächst treten beide Gehilfen die Pfanne hebend rasch mit derselben so im Halbkreise herum, dass die früher rückwändige Seite der Pfanne nach vorn zu stehen kommt und sich über dem unterhalb der Bank befindlichen Gefässe befindet, und nun wird diese Seite der Pfannenwand auf vorerwähnte Weise aufgetragen. Hierauf wird die Wasserpfanne durch zwei Mann zum Trocknen auf die Eisenstäbe (wie beim Kochgeschirr) gelegt und verbleibt dort bis zum lufttrocknen Zustande, worauf dieselbe ebenfalls auf dem Trockenofen vorgewärmt wird.

Bei grösseren Kesseln werden zwei Unterlagshölzer auf den Fussboden und darüber ein Langholz von ca. $1^1/_2$ Meter Länge und entsprechender Stärke gelegt, der Kessel gleichfalls mit lauwarmem weichen Wasser im Innern befeuchtet und die nöthige Grundmasse in denselben eingegossen. Hierauf wird der Kessel auf das eine Ende des Langholzes aufgelegt, derselbe am Boden etwas gehoben, damit die Masse bis an den Rand läuft, und durch einen hinter dem Kessel stehenden Gehilfen nach dem entgegengesetzten Ende des Langholzes in etwas geneigter Haltung fortgerollt. Die hierbei auslaufende überschüssige Grundmasse sammelt sich in dem vor dem Langholze auf dem Boden befindlichen Behälter. Der Kessel wird sodann mit seinem Boden nach oben gerichtet und auf das Langholz gestellt, der Behälter unter das Holz geschoben und die abtropfende Masse vom Rande abgestreift, hierauf zum Trocknen aufgestellt und gleichfalls vorgewärmt.

Bei Wasserpfannen mit Ausflussröhren, Küchenausgüssen, Röhren überhaupt und sonstigen hohlen Gegenständen wird stets die zum Ausfluss bestimmte Oeffnung mit einer Blechkapsel geschlossen, damit nicht zu viele Emaillemasse unnützer Weise verbraucht wird.

Beim Vorwärmen der Geschirre auf dem Trockenofen ist besonders darauf zu achten, dass alle Theile der betreffenden Gegenstände gleichmässig erhitzt werden, widrigenfalls dieselben der ungleichen Ausdehnung wegen sehr leicht bersten (springen), was namentlich bei Winkelpfannen der Fall ist; daher vermeide man, dieselben auf die heissen Falzplatten direct aufzustellen.

Das Einbrennen der Grundmasse.[1])

Die auf diese Weise mit der Grundmasse versehenen Geschirre werden, ehe sie eingebrannt werden, einer nochmaligen Revision unterzogen, und jene Stellen, wo durch den Ablauf der Grundmasse sich stärkere Streifen bildeten, d. h. wo die Grundmasse stärker haftet, werden mit der Fingerspitze leicht verrieben, bis dieselben nicht mehr sichtbar sind; der so abgeriebene Grundmassenstaub wird aus dem Geschirre rein ausgeblasen.

Nachdem die zu einem Brande vorbereiteten Geschirre geordnet sind, wird zum Einbrennen der Grundmasse geschritten.

Fast in allen Emaillir-Anstalten befinden sich in ein resp. zwei Räumen drei resp. sechs verschiedene grosse Brennöfen, von welchen jeder für bestimmte Grössen von Gegenständen in Gebrauch genommen wird und deren Construction aus der Zeichnung klar hervor-

1) Vergl. v. Mottoni a. a. O. S. 218.

geht. Auf Tafel XXIV sind drei derartige Oefen, in einer Gruppe vereint, dargestellt. Sind die eingehenden Aufträge für die Emaillir-Anstalt von keiner ausreichenden Bedeutung, um einen ungestörten regelrechten und ökonomischen Betrieb derselben führen zu können, so lässt man stets eine hinreichende Anzahl Geschirre sich ansammeln, um das Einbrennen der Emaille doch mindestens während zwölf Stunden führen zu können. Die nöthigen Werkzeuge beim Einbrennen bestehen aus mehreren schmiedeeisernen Spiessen, Haken, diversen Feuerzangen, Tragstangen.

Das Anfeuern des Brennofens erfolgt im Allgemeinen in der Nacht und richtet sich die Dauer desselben nach der Art des Brennmaterials, d. h. danach, ob mit Holz-, Stein- oder Braunkohle oder mit Torf gefeuert wird. Der Brennofen muss vor dem Einsetzen der Geschirre so weit vorgewärmt sein, dass die gusseiserne Muffel nebst Holzplatten, welche den Ofen bilden, in gleichmässiger Kirschrothglühhitze sich befinden.

Das Anfeuern besorgt ein Arbeiter, während beim Einbrennen mindestens zwei Mann und nach Erforderniss sogar mehr Gehilfen anwesend sein müssen.

Beim Einsetzen der Geschirre vermeide man ein zu weites Oeffnen der Thüre, da hierdurch zu viel Wärme aus dem Ofen hinausstrahlt und der Ofen erkaltet, der Arbeitsraum selbst aber zu sehr erwärmt wird; die Grösse des einzusetzenden Gegenstandes dient zum Anhalt.

Grosse und schwere Geschirre werden auf einen, speciell für diesen Zweck construirten eisernen Wagen, welcher die Höhe der Einsatzplatte hat, gelegt und mit demselben bis an den Ofen hingefahren und in gleicher Weise aus dem Ofen genommen. Kleinere Gegenstände werden bei halbgeöffneter Thüre mit einem eisernen Haken eingeschoben und ebenso daraus entfernt. Es ist ferner zu beachten, dass die eingesetzten Geschirre im Brennofen sich nicht berühren und dieselben stets mit ihrer Bodenfläche auf die Rippen der Falzplatten gestellt werden.

Jene Geschirre, welche zunächst der Muffenwand stehen, werden in gewisser Zeit so gewendet, dass ihre Seite, welche nach der Mitte des Ofens gekehrt war, nun gegen die Wand zu stehen kommt; kleine Geschirre werden mehr in die Mitte des Ofens gestellt.

Sind die Falzplatten zu sehr erhitzt, so schleudert man etwas Sand auf dieselben, doch sei man hierbei sehr vorsichtig, namentlich wenn sich noch Geschirre im Ofen befinden, damit keine Sandkörner in dieselben fallen, da sich diese auf dem Boden festbrennen, und mache diese Operation lieber, wenn der Ofen leer ist.

Die Zeitdauer, wie lange die Geschirre im Brennofen zu belassen sind, richtet sich nach deren Grösse und Eisenstärke (Wandstärke) und lässt sich nicht gut bestimmen; es sind dies Dinge, welche nur durch die Erfahrung zu regeln sind, weshalb auch beim Einbrennen der Geschirre jederzeit eine Uhr zur Hand sein muss. Es lässt sich aber durch die Erfahrung feststellen, dass beim Einbrennen der Grundmasse die Geschirre aus dem Ofen entfernt werden, sobald dieselben eine kirschrothe Farbe angenommen haben.

Wenn die Grundmasse eingebrannt ist, lässt man die Geschirre völlig erkalten und giebt sie wieder in die Auftragstube zurück, um die Deckmasse darauf zu bringen.

Das Auftragen und Einbrennen der Glasur.[1])

Das Auftragen der Glasur, Deck- oder Schlussmasse, erfolgt ganz in ähnlicher Weise und mit gleicher Manipulation, wie bei der Grundmasse, nur ist grössere Genauigkeit und Reinlichkeit als bei der Grundmasse erforderlich. Eine Aenderung erleidet jedoch die Zubereitung der Schlussmasse (Emaille). Dieselbe wird, sobald das überflüssige Wasser von deren Oberfläche abgegossen, das Ammoniumcarbonat und das Magnesiasulfat eingeschüttet ist, nach erfolgtem Umrühren durch das allerfeinste Haarsieb mehrere Mal durchgesiebt, und es wird darauf gesehen, dass dieselbe dickflüssiger sei, als die Grundmasse; eine Probe wird gemacht, indem man mit einem flachen Holzstäbchen die Masse gut umrührt und dasselbe herausziehend in eine waagerechte Lage bringt; nun bläst man auf die darauf haftende Masse, und darf dieselbe, sobald sich Ringe bilden, nicht gleich zusammenfliessen, und wenn der hölzerne Stab in die Masse senkrecht in den Topf gestellt wird, so muss derselbe in der Schlussmasse einige Secunden stehen bleiben können.

Sobald die aufgetragenen Geschirre getrocknet und vorgewärmt sind, wird an denselben, bevor man sie in den Brennofen einsetzt, mit einer kleinen Bürste, welche mit Eisendraht fest und dicht gebunden ist und eine Höhe von 40 und einen Durchmesser von 6 mm hat, am Rande die zu dick aufgetragene und etwas vorstehende Emaille abgebürstet und die bei dieser Gelegenheit in die Geschirre fallenden Emaillestaubtheile durch Umstürzen der Geschirre (auf den Kopf stellen) und leises Anklopfen mit einem Eisenstäbchen (damit der an der Gefässwand haftende Staub durch die Erschütterung abfällt) entfernt.

In Hinsicht des Einbrennens gilt das bereits bei der Grundmasse Erwähnte und ist zu beachten, dass beim Herausnehmen der Geschirre aus dem Brennofen die in den Geschirren eingebrannte Emaille eine dunkel citronengelbe Farbe hat, welche beim Erkalten immer mehr in das Weisse übergeht.

Bleibt das Geschirr zu lange Zeit im Ofen, dann brennt die Emaille an der Gefässwand an und wird leicht ganz blasig und unansehnlich.

Ereignet es sich, dass flache Geschirre durch das Einbrennen sich ziehen (windschief werden), so werden dieselben, gleich nachdem sie aus dem Ofen genommen werden, auf die in der Naht des Ofens befindliche Richtplatte gelegt, mit Gewichten beschwert und verbleiben in dieser Lage bis zu ihrem völligen Erkalten.

Scharf eingebrannte Geschirre (deren Nachtheile eigentlich nur Schönheitsfehler sind, im Handel aber nicht gern gesehen werden), sowie sonstige durch ein Versehen entstandene Fehler in der Emaille lassen sich nur durch Ausklopfen der schadhaften Emaille wieder brauchbar herstellen (vorausgesetzt, dass die Geschirre keine Gussfehler haben) und werden dann nochmals wie rohes Geschirr behandelt.

Das Ausklopfen der Emaille erfolgt mit einem, auf beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung zugeschärften, kleinen, aus Stahl

1) Vergl. v. Mottoni a. a. O. S. 215.

gefertigten Pickhammer, und erfordert diese Arbeit Zeit und Geschicklichkeit.

Das Theeren und Schwärzen der emaillirten Waaren.[1])

Nachdem die emaillirten Geschirre aus dem Brennofen genommen und so weit erkaltet, dass sie noch mehr als handwarm sind, werden sie mittelst eines Borstenpinsels mit Steinkohlentheer angestrichen. Erkaltete Geschirre werden vorher im sogenannten Theerofen, welcher eine ähnliche Construction wie ein Brennofen hat, vorgewärmt, indem sonst der Theer nicht hinreichend einzieht.

Werden Kochgeschirre eingebrannt, so muss, da ein solcher Brand stets aus mehreren Hundert Stück besteht und die Geschirre ihrer geringen Eisenstärke wegen zu rasch erkalten, der grösste Theil derselben vorgewärmt werden, da der betreffende Arbeiter (Schwärzer) mit dem Abschwärzen nicht so rasch folgen kann.

Die Werkzeuge und Geräthe beim Abschwärzen umfassen: einen hölzernen Bock, worauf ein gusseiserner Tafelrost aufliegt, auf welchen die zu schwärzenden Geschirre gestellt werden; einen gusseisernen Behälter zur Aufnahme des ablaufenden Steinkohlentheers, welcher unter dem Tafelroste aufgestellt wird; einige Borstenpinsel zum Anstreichen, sowie mehrere leinene oder baumwollene Lappen.

Sollen besondere Gegenstände, z. B. grössere Kessel, $2^1/_2$—3 m lange und entsprechendweite Rohre u. s. w., emaillirt werden, so wird die Emaille, wie auch die Grundmasse, nur mit dem Pinsel aufgetragen und verbreitet, dann wird durch Nachstäuben den Ungleichheiten abgeholfen und das Brennen in einer entsprechend grossen Muffel vorgenommen. Sind die Gegenstände so lang, dass die Heizung der Muffel mit Schwierigkeiten verbunden sein würde, so emaillirt man zuerst die eine, dann die andere Hälfte, indem man die Hälfte des Gegenstandes aus der Muffel herausragen lässt.

In dieser Art hat man auf verschiedenen deutschen Werken vielfach Rohrleitungen in den gewöhnlichen Baulängen hergestellt und stets ganz gute Resultate erhalten. [2])

Noch ist anhangsweise das Emaillirverfahren zu erwähnen, was Oberhütteninspector Schott in Ilsenburg zuerst versucht hat, und was nachher als französische Erfindung in den technischen Zeitschriften auftrat: nämlich das Bestäuben der Gussformen mit einem Glasurpulver, das aus sehr feinem Quarz und einer leichtflüssigen Mischung bestand, die, durch die Gusshitze flüssig gemacht, die betreffende Fläche des Roheisens mit einer dünnen Haut überzog.

Ueber die säurefesten Emaillen kann Nichts mitgetheilt werden, da deren Zusammensetzung und Herstellung meist streng gehütetes Geheimniss ist.

1) Vergl. v. Mottoni a. a. O. S. 229.

2) Gleiwitz hatte in Wien 1873 ein grosses Schachtsatzrohr emaillirt ausgestellt und Königin Marienhütte schon früher Derartiges geliefert.

Bemerkungen über Ausdehnung und Grösse der Emaillirsnlagen.

Die Emaillirsnlagen bestehen gewöhnlich aus mehreren aneinander stossenden Gebäuden, die derart gruppirt sind, dass die Geschirre oder die anderen Gegenstände des Emaillirens einen Weg von der Beize bis zum Theeren machen, wobei allerdings die Einrichtung nicht zu umgehen ist, dass die mit Grundmasse versehenen Geschirre aus dem Brennraum wieder in den Auftrag- und Trockenraum zurückkehren, weil diese dreierlei Räume sowohl für die Grundmasse- als für die Glasurarbeiten bestimmt sein müssen.

Es ist ein seltener Fall, wenn der Umfang der Fabrikation es gestattet, zwei Reihen von Muffeln zum Einbrennen herzurichten; gewöhnlich theilt man die Production in Brände ein und versieht jeden Brand zuerst mit der Grundmasse, dann mit der Glasur.

Die Disposition einer Emaillirhütte für die Production von etwa 500 000 Stück Poterie, die anderen ungewöhnlicheren Artikel abgerechnet, wird in der Regel so getroffen, dass an einen hallenartigen Mittelbau, der in der Mitte einen Thorweg zur Anfahrt der geputzten und geschliffenen Geschirre hat, einerseits die Vorbereitung der Emaillirmaterialien, andererseits die Emaillirarbeit selbst in zwei langen, aber nur aus einem Erdgeschoss bestehenden Flügeln sich anschliessen.

Im Hofe können dann die gegen Witterungseinflüsse nicht empfindlichen Materialien, z. B. Quarz, Feldspath und Scherben aller Art gelagert werden, ebenso kann der Hofraum zum Aufstapeln des Emaillirausschusses benutzt werden, der stets ziemlich voluminös ist.

Von der Halle an, in der die Geschirre übernommen werden, reihen sich einerseits aneinander die Räume zum Beizen, Trocknen, Auftragen, Trocknen, Brennen und Theeren, dann das Magazin der fertigen Waaren mit Ausfahrt und das Comptoir; neben dem Comptoir, am Ende dieses Flügels, befindet sich das Laboratorium mit den in Truhen verschlossenen Emaillirmaterialien, Vorrichtungen zum Wägen u. s. w.

Auf der anderen Seite des Haupteinganges, doch vollkommen abgetrennt und nur von der Hofseite aus zugänglich, sind die Pochwerke und Mühlen zu disponiren, die von einem in der Ecke des Gebäudes stehenden Mechanismus ihre Bewegung erhalten.

Darauf folgen die Zinnascheöfen, Tiegelöfen für die Emaille und Magazinräume für Tiegel, feuerfeste Steine u. s. w., auch bringt man hier am Besten den seltener gebrauchten grössten Muffelofen an.

Andere Emaillirhütten disponiren sämmtliche Werkstätten in zwei getrennte Hallen, von denen die eine die Vorbereitung der Materialien mit Laboratorium u. s. w., die andere die Emaillirarbeiten selbst, von der Beize bis zum Gusswaarenmagazin enthält.

Ueber die Ausstattung der einzelnen Räume ist nicht viel zu sagen. Die Materialienmagazine müssen sauber gepflastert sein, um allen unnützen Staub zu verhüten. Jedes steinige Material wird — nach von Mottoni — am Besten in gesonderte Verschläge oder in hölzerne Tonnen geschichtet, während das Chlorammonium, Borax, Magnesia, Minium, Salpeter, Soda und Zinkweiss in ihrer Originalverpackung verbleiben können. Tiegel und Tiegelfüsse, sowie die Grund-

näpfchen werden auf hölzerne Etagèren gestellt; es muss der Magazinraum hell und sehr trocken sein.

Die zubereiteten fein gemahlenen Materialien, wie Zinnasche, etwa vorräthige legirte Zinnstangen, die Schluss- und Grundmasse werden in dem neben dem Magazin befindlichen Laboratorium in gesonderten, gut verschliessbaren Behältern untergebracht, und muss dieses Laboratorium gleiche Eigenschaften wie das Magazin besitzen.

In beide Räume hat nach allgemeinem Brauche ausser dem Director des Werkes nur der Emaillirmeister allein Zutritt.

Die Magazinräume der lagernden Geschirre müssen entweder gedielten oder gepflasterten Fussboden haben, je nachdem dieselben in Etagen oder Parterreräumen sich befinden. In letzteren ist darauf zu sehen, dass der Fussboden über der Hüttenflur etwas erhaben ist und mit gedeckten Zuglöchern versehen wird, vor allem aber ist Feuchtigkeit in allen Räumen besonders abzuhalten. Bei gepflastertem Fussboden stelle man die emaillirten Geschirre niemals direct auf denselben, sondern gebe stets eine hölzerne Unterlage.

D. Von weiteren Verzierungsarbeiten an den Gusswaaren.

Ausser den beschriebenen Methoden des Ueberziehens von Gusswaaren mit diversen farbigen, metallischen und nichtmetallischen Substanzen sind einige andere Decorationsweisen zu erwähnen, die mehr darauf gerichtet werden, die metallische Fläche blosszulegen und dann durch Anlauf- und Beizprocesse zu färben, ohne den Metalleffect zu zerstören, oder durch Einlegen von Gold und Silber, durch Nielloarbeit u. s. w. einen besonderen Effect hervorzubringen.

Da derlei Methoden meist geheim gehalten werden, so kann hier von wenig mehr denn wie Andeutungen die Rede sein.

Diese Oberflächenveredlung beginnt damit, dass die rohe Gusswaare, nachdem sie sorgfältig geprüft worden ist, vorsichtig getempert wird, um dann einer Ciselirarbeit auf der ganzen Oberfläche unterworfen zu werden. Oft, zumal bei ornamentirten, krummen Flächen, z. B. auf den in Ilsenburg gegossenen Schalen, Schilden, Helmen u. s. w., wird nicht ciselirt, sondern nach dem Tempern und nachdem die Gusshaut abgebeizt worden ist, wird mit scharfen Drahtbürsten die ganze Oberfläche blank gemacht, wobei es nicht ausbleiben kann, dass in den Vertiefungen die Tönung matter ist, als auf den vorspringenden Flächen. Dieses giebt dann den schönen Effect alter schmiedeeiserner Treibarbeit, wie sie an den Mailänder und Brüsseler Rüstungen bewundert wird.

Erhitzt man nun den Gegenstand, so kann man ihn anlaufen lassen; man geht damit so weit, bis die Färbung des Braunvioletten vorhanden ist, und überzieht dann die noch heisse Gusswaare mit einem passenden Firniss oder reibt sie mit Steinöl ab.

Einen eigenthümlichen und brillanten Anblick gewährt das weisse und dann getemperte Gusseisen, wenn es vollkommen ciselirt ist und ganz weiss gelassen wird. Diese zwar theure, doch sehr effectvolle

Bearbeitung ist auf Veranlassung des verstorbenen Bergrathes Schmidt, früheren Directors der nunmehr eingegangenen königl. Eisengiesserei zu Berlin, zuerst in den Jahren 1866—68 versucht worden und erregte auf der akademischen Kunstausstellung im Jahre 1868, wo eine Vase mit Reliefsujets aus dem dänischen Kriege allgemein für eine Silberschmiedarbeit ausgegeben wurde, grosse Aufmerksamkeit. Goldeinlagen, wie sie im Folgenden beschrieben werden, steigerten noch den Effect, und es wurde das originelle Kunstwerk allgemein bewundert.

Die eingelegte Arbeit und das Niello erfordert bei Eisenguss eine vorherige Gravirarbeit; es müssen die vertieften und nach dem Innern der Eisenstärke sich erweiternden Linien und Ornamente mit dem Ciselirstichel eingegraben werden. Dann werden sie mit dem Einlegematerial gefüllt; Silber und Gold werden in Form von Drähten oder Stäbchen hineingelegt und festgetrieben, während schwarze Füllungen, gewöhnlich durch Wachs- und Mastixmischungen dargestellt, eingeschmolzen und vertrieben werden. Den Schluss der Arbeit bildet dann das Abschleifen der Einlagen und der nächsten Flächentheile, worauf die erforderlichen Anlaufarbeiten u. s. w. vorgenommen werden.

Es wird indessen nicht immer so werthvoll oder so solid gearbeitet, und es ist das auch für die Verbreitung eines besseren Decorationsgeschmackes bei Gusseisensachen von hervorragender Wichtigkeit. Lauchhammer hat, wie dies schon früher auseinandergesetzt worden ist, das grosse Verdienst, zuerst einen Weg betreten zu haben, der, ohne besondere Kostspieligkeit, doch schöne Resultate gegeben hat. Die nielloartigen Vertiefungen auf blanken Flächen sind hier schon im Modelle vorgesehen, so dass nur ein Nachfahren der Contouren mittelst des Stichels nothwendig ist, um zum Resultat zu gelangen. Dann werden dieselben Vertiefungen entweder mit schwarzem Lack angefüllt und leicht ausgerieben, oder man kleidet sie mit Blattgold in der gewöhnlichen Weise, d. h. auf einer Unterlage von starker Oelfarbe aus und polirt die Goldhaut mit Stahl oder Achat. Sind die Vertiefungen grösser und breiter, wie bei manchen Ofen- und Kaminwänden., so ist es keine eigentliche Nielloarbeit mehr, sondern eine Combination von Anstrich und Schliff.

Das Vollkommenste in den eingelegten Arbeiten hat indessen, wie schon angedeutet, die königl. Eisengiesserei zu Berlin ihrerzeit geleistet, wo der verstorbene Ciseleur Vollgold mit seinen Söhnen und sein Nachfolger, Prof. Mencke, diese Dinge in höchster Vollendung ausgeführt haben. Wegen des hohen Preises waren derartige Kunstwerke allerdings schwer oder nicht verkäuflich, indessen wurden sie, wie die hervorragenden Producte der königl. Porzellanmanufactur, als Präsente des regierenden Hauses an auswärtige Fürsten oder andere hohe Persönlichkeiten vielfach verwendet, und der regierende König selbst erhielt an jedem Jahresanfang ein solches Kunstwerk als Geschenk dargeboten, an dessen Composition sich oft die hervorragendsten Kräfte der Residenz, von Schinkel an, namentlich Stüler, Stier, Strack u. A. betheiligt hatten.

Es ist zu bedauern, dass mit dem Eingehen der Eisengiesserei diese Veranlassung weggefallen ist, einen zwar nicht einträglichen, doch aber ausserordentlich vervollkommneten Zweig der Kunstindustrie zu betreiben und damit die Vorzüge des Eisens neben der Bronce und den edlen Metallen zu zeigen.[1])

1) Der Verfasser kann nicht umhin, an dieser Stelle, dem Andenken des vor etwa 20 Jahren verstorbenen Chefs der königl. Eisengiesserei zu Ehren, die hohe Anschauung, die der Verstorbene von dem Giessereibetrieb im Allgemeinen und im Besonderen hatte, hervorzuheben.

Bergrath Schmidt war ein Mann, dessen Kenntnisse und Energie viel dazu beigetragen haben, der Berliner Eisengiesserei unter ihren z. Th. viel grösseren und umfangreicheren Concurrenten eine ausgezeichnete Stellung zu erhalten. Er sah allerdings das Ende voraus, als das grosse Grundstück des Etablissements mehr und mehr von Neubauten des sich erweiternden Berlins umgeben wurde und allmälig in ein Speculationsobject sich zu verwandeln drohte, aber er kämpfte bis zu seinem Tode für die Erhaltung der Anstalt, auf deren Terrain bereits 1868 das von dem Verfasser und dem Bergeleven, jetzigen Oberbergrath und Director Köhler, unter Leitung des jetzigen Geheimen Oberbergraths Hauchecorne, aufgestellte Berg- und Hüttenmuseum, später erst die neue Bergakademie errichtet wurden.

Das lebhafteste Interesse für den Fortschritt seines Lieblingsfaches und der rege Antheil an den hauptsächlich durch einen längeren dienstlichen Aufenthalt auf der Anstalt (1859 bis 1861) angeregten Arbeiten und Forschungen des Verfassers, hatten zwischen dem Bergrath Schmidt und dem Ersteren ein engeres Verhältniss technischer Natur gebildet, das mit der Berufung des Verfassers nach Aachen zwar gelockert werden, aber erst mit Schmidt's Ableben enden konnte.

Zweite Abtheilung.

Beschreibung besonderer Arbeiten und einzelner Fabrikationszweige.

Wie auf Seite 2 dieses Bandes bereits angedeutet, soll die systematische Betrachtung des allgemeinen Verlaufs und Ganges des Giessereibetriebes, welche den Inhalt der eben abgeschlossenen Hälfte dieses Abschnittes ausmacht, durch Beschreibungen einzelner besonders wichtiger und neuerdings mehr durchgebildeter Arbeiten vervollständigt werden, soweit eigene Erfahrung und fremde Berichte den Verfasser hierzu in den Stand setzen. Es sind hier vor allen diejenigen Zweige des Giessereibetriebes berücksichtigt, welche auf der Anwendung besonderen Materiales, oder auf der Benutzung eigenthümlicher Kunstgriffe und Fabrikationsmethoden beruhen und darin von der allgemeinen Führung der Arbeiten abweichen, wie sie in der vorigen Abtheilung erläutert worden ist.

Um die Arbeiten, die zu schildern sind, zu sondern, kann man den Stoff nach Grundsätzen eintheilen, die Bezug auf die Behandlung des Materiales haben. Man würde dann die Arbeiten unterscheiden, bei denen eine besondere Veränderung des Materiales nicht eintritt, von den Arbeiten, welche eine derartige Veränderung des Materiales in sich schliessen. Bei der ersten Gruppe liegt dann der Schwerpunkt der Beschreibung in dem Formereiverfahren selbst, während der Schmelzprocess zurücktritt; bei der anderen Gruppe kommt das Material und seine Veränderung unmittelbar in Frage.

Currentguss aller Art, Gefässe, Oefen, Rohre, selbst Feinguss und schwerer Lehmguss kommen in die erste Gruppe, während Geschütz- und Geschossguss, Walzenguss, Guss von Eisenbahnartikeln, schmiedbarer und sonstiger Temperguss in die zweite Gruppe gehören.

Die Beschreibung umfasst Alles, was für die Darstellung der bezüglichen Gusswaaren wichtig genug ist. Wo ein besonderes Eingehen auf besondere Anordnungen, Schmelzmaterialien u. s. w. nothwendig erscheint, wird dasselbe statthaben. Es ist eine Reihe kleiner Einzel-

abhandlungen, welche dem Leser vorgelegt werden und deren Umfang durch den zugemessenen Raum leider abgegrenzt ist.

Ausser den beiden Gruppen von Arbeiten ist noch eine dritte zugefügt, welche bestimmte Ausführungen enthält, die sich an keine der genannten Gruppen anschliessen lassen, z. B. das Umgiessen von Metallen mit Roheisen, das Anschweissen u. s. w.

Es zerfällt hiernach diese Abtheilung des III. Buches in folgende Abschnitte:

1. Abschnitt. Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine besondere Rücksicht auf Veränderungen des Materiales nicht genommen zu werden braucht.
2. Abschnitt. Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine Veränderung des gewöhnlichen Materiales nothwendig ist oder nach dem erfolgten Guss stattzufinden hat.
3. Abschnitt. Vorgänge bei dem Giessereibetrieb, welche in keine der vorher behandelten Abtheilungen gehören.

1. Abschnitt.

Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine besondere Rücksicht auf Veränderungen des Materiales nicht genommen zu werden braucht.

Die hierher gehörigen Arbeiten, welche auch bei der systematischen Darstellung der Formereiarbeiten vorwiegend als Beispiele gedient haben, sind mehr und mehr und auf einzelnen Werken zu einer solchen Besonderheit ausgebildet worden, dass daraus bedeutende Verbesserungen des allgemeinen technischen Processes hervorgegangen sind. In jedem solchen Falle beruht die Verbesserung, namentlich die gesteigerte Leistungsfähigkeit des Fabrikationsprocesses, mehr auf einer scharfsinnigen Organisation der Arbeit, als auf technischen Mitteln; die Letzteren treten mehr bei den in der nächsten Abtheilung behandelten Arbeiten in den Vordergrund.

Diejenigen Betriebszweige, welche hier vor Allem erwähnt werden müssen, sind:

1) Der gewöhnliche Handelsguss, Platten, Roste, Oefen, Poterie und verwandte Gegenstände.
2) Der Guss von eisernen Röhren zu Wasser- und Gasleitungen.
3) Der Bauguss, einschliesslich Treppen u. s. w.
4) Der Kunst- und Feinguss.
5) Der Maschinenguss einschliesslich der Armaturen.
6) Der grobe Guss aus gewöhnlichem Eisen, Chabotten u. s. w.

Manche von diesen Arbeiten werden nur ganz kurz erwähnt, weil bei der systematischen Besprechung der Giessereiarbeiten bereits derartige Fälle abgehandelt worden sind. — Andere verdienen eine ausführlichere Erwähnung. Immerhin aber werden nur charakteristische Eigenthümlichkeiten angeführt und damit gleichzeitig tiefere Einblicke in die Organisation derartiger Arbeit gewährt, welche das Material des IV. Hauptabschnittes des Buches vorbereiten und ergänzen.

1. Kapitel.

Der gewöhnliche Handelsguss, Platten, Roste, Oefen, Poterie und verwandte Gegenstände.

Die mechanischen Formereiprocesse dieser Artikel sind in dem vorhergehenden Abschnitte ausführlich beschrieben. Für den Herdguss, den zwei- und mehrtheiligen Kastenguss sind die Beispiele vorwiegend aus dem Bereiche des Handelsgusses genommen worden, so dass hier nur allgemeinere Bemerkungen über Formsandmischung u. s. w. nothwendig sind.

Für Platten, Roste, Ofenthüren und Zargen, also für plattenförmige, meist flache Gegenstände, sind meist Sandmischungen von mittlerer Plasticität zu wählen. Man braucht nicht so ängstlich auf Porosität zu sehen, da sich das Modell meist in einer Fläche ausbreitet, welche in directer Verbindung mit der Trennungsfläche der Kastenflächen steht und dieser meist parallel ist. Dagegen ist, sobald die betreffenden Gegenstände verziert sind, eine besondere Feinheit des Sandes zu erstreben; man kann dieses durch Einmischen gebrauchter Feinmasse oder durch Zermahlen des rohen und des gebrauchten Sandes bewirken.

Für Hohlguss, also Poterie, Wasserpfannen, Kessel, Ofentheile, Ausgusstrichter u. s. w., wo ein voluminöser Sandkern stehen bleibt und von dünner Eisenschale umgeben wird, ist es wichtig, diesen Sandkern möglichst luftig, d. h. porös zu machen und ihn doch so herzurichten, dass er vom Guss nicht angegriffen und abgeschwemmt werden kann.

Man mischt dazu einen besonderen mageren Sand, aus gewöhnlichem Formsand, mit einem grossen Antheil bereits gebrauchten Sandes und verleiht ihm nur durch die zulässige Feuchtigkeit und etwas Kohlenstaub die erforderliche Geschmeidigkeit und Bindung.

Solche Formen müssen folgerichtig rasch abgegossen werden, weil durch längeres Stehen der Sand trocken wird und die Haltbarkeit verliert. Die vollendetste Mischung dieser Art wurde s. Z. in Lauchhammer angewendet, wo die Poterie und Ofenformerei einen hohen Grad der Ausbildung erreicht hatte und die Letztere wohl noch jetzt Erhebliches leistet.

Die Modelle sind meist von Metall, für einfache und glatte Sachen von Eisenblech, Eisenguss, für Töpfe und Ofentheile von Metallguss, Eisenblech (gestanzt) und Eisenguss, für verzierte Sachen ausschliesslich von Metallguss. Bei sorgfältiger Controle kann man indess fast immer mit eisernen Modellen auskommen, seien sie nun von Blech geschlagen oder von Eisen gegossen.

Das gelegentlich der Modellanfertigung bereits Gesagte, namentlich das Seite 221 Hervorgehobene ist besonders anwendbar auf das Bedürfniss des Currentgusses.

Die grosse Verschiedenheit der hierher gehörigen Gegenstände und die nothwendige Massenproduction an derartigen Handelsgusswaaren erfordert, um mit einer geringeren Anzahl von Arbeitskräften Bedeutendes und auf einem geringen Raum leisten zu können, eine Vertheilung der Arbeit.

Während eine Arbeitergesellschaft nur Platten und Roste macht, fertigt die andere dünnen Hohlguss an; eine dritte beschäftigt sich mit dem Ofenguss und eine vierte vielleicht nur mit den verzierten Gegenständen, besonders den Ofenthüren und Zargen. Auch innerhalb dieser Arbeitergruppen muss die Theilung aufrecht erhalten werden; der Vorsteher dieser Kameradschaften hat darauf zu sehen, dass die einzelnen Artikel möglichst immer denjenigen zugewiesen werden, welche dafür eine grosse Geschicklichkeit zeigen.

Die Poterie z. B. wurde vielfach geschieden: in leichte Poterie — unter einem bis zwei Liter Inhalt — in mittlere Poterie — von zwei bis zehn Liter Inhalt — und in schwere Poterie — über zehn Liter Inhalt; man gab den Burschen und Lehrlingen die leichte, den älteren Formern die mittlere und besonders starken und dabei geschickten Leuten die schwere Poterie. Die Zahl der Arbeiter war naturgemäss abhängig von dem Bedarf wie auch von der möglichen Leistung eines Mannes; es musste dazu eine Statistik der Leistungen aufgestellt werden, von welcher in Bezug auf die gewöhnlichste und verbreitetste Topfform, den Seite 267, Fig. 118 dieses Bandes veranschaulichten Bauchtopf, im Nachfolgenden ein aus früheren Leistungen einer ostdeutschen Giesserei abgeleitetes Beispiel gegeben werden soll.

Ein Former formte in einer Schicht von 8—9 Stunden:

Bauchtöpfe	von	1— 2	Liter	25—30	Stück,
"	"	3— 4	"	20—22	"
"	"	5— 6	"	16—18	"
"	"	7— 9	"	12—14	"
"	"	10—11	"	10—11	"
"	"	12—13	"	9	"
"	"	14—15	"	8	"
"	"	16—17	"	7	"
"	"	18—19	"	6	"
"	"	20—24	"	4—5	" u. s. w.

Die sogenannten graden Töpfe (Fig. 114, S. 262 d. B.) und verwandte Formen mit leichter Ausweitung des Randes, sogenannte österreichische Töpfe, erforderten, weil sie im dreitheiligen Kasten geformt werden, weniger Arbeit, und es kann die Leistung bei der

Herstellung solcher Töpfe ungefähr gleich 125—130 Proc. der vorher aufgeführten Hervorbringung an Bauchtöpfen angenommen werden.

Die weniger häufigen Formen, z. B. Ringtöpfe zum Einhängen in Oefen, Kasserollen, Schüsseln, Bratpfannen u. s. f., kurz alle die aus den Poterieverzeichnissen der verschiedenen Hütten ersichtlichen übrigen Formen waren hierbei weniger zu berücksichtigen, als die gewöhnlichen Töpfe.

Der schwere Hohlguss, d. h. Ofentöpfe, sogenannte Grapen, Kessel, Wasserpfannen zu Kochherden, Ausgüsse u. s. f., von welchen manche bereits vielfach aus anderen Metallen gemacht zu werden pflegen, beanspruchen eine durchaus andere Thätigkeit, als die gewöhnliche Poterie; es kommt hierbei weniger auf grosse Eile an, da die Gegenstände schwerer und daher theurer sind. Die dazu gehörigen Formen werden schwer beweglich, und man muss fast immer zu zweien an diesen Dingen arbeiten; mindestens ist jedem Arbeiter ein starker Lehrbursche beizugeben. Rasch arbeitende Differentialflaschenzüge oder elektrische Krahne können hierbei gute Dienste leisten.

In welcher Weise sich hier die Leistung im Verhältniss zum Inhalt der Gefässe stellt, geht aus folgender Darstellung der Resultate für die Herstellung von Ofentöpfen (grosse bauchige, mit parallelen Aussenringen versehene kesselartige Töpfe) hervor, wie sie im viertheiligen Kasten betrieben wurde.

Ein Former mit einem Burschen formt in acht- bis neunstündiger Schicht:

Ofentöpfe	von	1 Kanne[1])	Inhalt	12	Stück,
„	„	2 Kannen	„	10	„
„	„	3 „	„	8—9	„
„	„	4 „	„	6—7	„
„	„	5 „	„	6	„
„	„	6 „	„	5	„
„	„	7 „	„	4	„

Bei Kesseln, wie sie z. B. am Rhein viel angefertigt worden (der alte Preiscourant von Sayn wies 37 Nummern mit Inhalt von einem bis zu 194 Quart und Gewichte von 1 kg bis fast 100 kg auf), ist die Arbeit einfacher, da sie nicht bauchig waren und in einem zweitheiligen Kasten geformt werden konnten.

Ueber eine gewisse Grösse hinaus sind emaillirte und verzinnte Blechkessel praktischer, wenn auch der Landwirth alten Schlages das Gusseisen als Material weiter bevorzugt.

Besonders wirksam ist bei der Kesselfabrikation die Anwendung von gefächerten Kernkörben, die am Kasten angeschraubt sind und eine ausserordentlich sichere Manipulation gestatten. Diese Einrichtung, welche in vielen Giessereien des Mittelrheins sehr gut ausgebildet war und ist, gestattet den Guss sehr schwerer und im Boden

1) Die Kanne, ein altes schlesisches Maass, wurde bei der Bemessung und Benennung des schweren, für die Landwirthschaft hauptsächlich bestimmten Hohlgusses viele Jahre gleichzeitig mit dem neuen Maass „Quart“ gebraucht; eine schlesische Kanne entspricht ungefähr 16 Quart älteren Maasses, also nahezu der gleichen Anzahl Liter und ist mit der sächsischen und anderen Kannen nicht zu verwechseln.

starker Kessel, die man sonst nur in Lehm auszuführen wagt. Man fabricirt mittelst dieser Methode Kessel mit vollkommen dichtem Boden, die, nach bestimmter Methode innen emaillirt, zu allerlei chemischen Zwecken vortheilhaft gebraucht werden können.

Die Wasserpfannen, mit geraden und gekrümmten Wänden, die Pferdetränktröge und dergleichen mehr gehören in die gleiche Kategorie und werden meist im drei-, selten im viertheiligen Kasten geformt. Das Sortiment derselben ist nicht gross, so dass derselbe Arbeiter alle verlangten Grössen ohne Schaden für seine Leistungsfähigkeit herstellen kann.

Etwas schwieriger sind die Küchenausgüsse und verwandte, für öffentliche Orte verwendbare Gegenstände — besonders dann, wenn daran Wandplatten zum Anschrauben des Ganzen angegossen werden müssen; der Bedarf davon ist seit der Verallgemeinerung der Wassercentralen ein so grosser, dass vielfach besondere Vorkehrungen getroffen und Einrichtungen von Formkasten und Modellen zur Steigerung der Leistungsfähigkeit gemacht worden sind.

Die Oefen, Ofenthüren und Zargen sind in der Anfertigung von der Poterie dadurch etwas unterschieden, dass die Verzierung hierbei zum ersten Mal in den Kreis geläufiger Arbeiten tritt, ohne doch die Vorhand zu gewinnen.

Alle verzierten Gegenstände dieser Gattung, z. B. die durchbrochenen Ofen- und Kaminmäntel, die Sachen für Schliff- und Nielloverzierungen sind ausgeschlossen und bilden den Uebergang zum Fein- und Kunstguss, der wieder ganz andere Anforderungen an Material und Arbeit stellt.

Bei der Anfertigung der in fast zahllosen Spielarten vorkommenden Oefen sind vorzugsweise dreierlei Ofenkörperformen zu unterscheiden:

cylindrische Oefen, aus einem oder mehreren auf einander gesetzten Stücken bestehend, bei denen die Kreisform immer die Grundlage des Querschnittes bildet;

viereckige, d. h. rechtwinklig aus Platten zusammengesetzte oder aus einzelnen prismatischen Mantelstücken bestehende Oefen, meistens auf Füssen stehend und in der äusseren Gestaltung mannigfaltig combinirt;

anders geformte Oefen, prismatische Oefen, sowie Oefen mit geschweiften Mänteln, sowie reicher, oft durchbrochener Ornamentirung; Schranköfen, Mantelöfen, Kaminöfen u. s. w.;

zusammengesetzte Formen, Oefen mit cylindrischem Feuerraum und kastenartig erweitertem Obertheil, um eine grössere Ofenplatte zu erzielen; Sparöfen, Füll- und Reguliröfen u. a.

Es treten hierbei zu der Rücksicht auf das Arbeitsverfahren der Sandformerei auch Rücksichten auf die leichteste und billigste Zusammenstellung, auf die Leichtigkeit des Auswechselns der vorzugsweise vom Feuer berührten und deshalb rascher verschlissenen Stellen u. s. w.

Der Hapttheil aller Oefen ist immer der mittlere oder obere Mantel, ein cylindrisches, prismatisches oder prismatoidisches Stück, das im drei- oder viertheiligen Kasten dargestellt werden muss. Das nächstgrössere Stück ist der Feuer-

kasten, von dessen Herstellung die Doppelfigur 120, Seite 268, einen Begriff giebt. Ornamente dieser Stücke müssen der Vereinfachung wegen auf dem glatten Körper des Gegenstandes lose befestigt sein, um in der Form sitzen bleiben und einzeln herausgenommen werden zu können.

Bei diesen verzierten Sachen ist rücksichtlich des Sandes zu bemerken, dass es gerathen ist, die Kerne magerer und den Mantel der Form dichter zu halten, wobei natürlich für guten Luftabzug zu sorgen ist.

Im Gegensatze zu dem bei der Topfgiesserei stattfindenden Verfahren ist hier die Darstellung luftiger Kerne leichter, weil die Kerne nie ganz von Eisen umschlossen sind, sondern an den Ober- wie an den Unterkasten anstossen und sich mit der Masse in denselben verbinden; man kann deshalb die Luft hindurch nach aussen leiten.

Die Eingüsse müssen so angeordnet sein, dass sie möglichst in der Achse des Gegenstandes eintreten, um auf allen Seiten eine gleich rasche Füllung hervorzubringen; man kann sie auch unmittelbar auf der Peripherie vertheilen.

2. Kapitel.

Der Guss von eisernen Röhren zu Wasser- und Gasleitungen.

Der Röhrenguss ist durch die Vergrösserung der Städte ein wichtiger Artikel der Eisengiessereien geworden und hat sich vielfach zum Hauptbetrieb vieler grosser Giessereien entwickelt.

Das alte Formereiverfahren hat überall aufgehört, wo man Röhren als stehenden Artikel fabricirt, und sowohl die vollendete Arbeitstheilung als auch die technische Vervollkommnung der Methoden haben den Röhrenguss in verhältnissmässig wenig Jahren zu einer hohen Stufe der Vollendung geführt.

Nachdem früher das Verfahren des liegenden Gusses selbst im grossen Maassstabe betrieben worden war, haben sich die Anforderungen der Constructeure, Gas- und Wasserleitungstechniker an die Röhren so gesteigert, dass man allmälig zur ausschliesslichen Anwendung des stehenden Gusses übergehen musste, was wiederum zur raschen Darstellung getrockneter Formen führte.

Man unterschied dabei hauptsächlich drei Methoden:

A. die Röhren werden liegend mit der Hand geformt und stehend gegossen;

B. die Röhren werden stehend mit der Hand geformt und stehend gegossen;

C. die Röhren werden stehend mit Maschinen geformt und stehend gegossen.

Diese drei Methoden concurrirten früher thatsächlich mit einander und waren jede durch ganz neue Anlagen vertreten, die Vorzügliches leisteten.

Neuerdings ist die zuerst angeführte Methode mehr und mehr verlassen worden, weil sie doch hinter der Leistungsfähigkeit der anderen zurückblieb.

Das Verfahren A. ist wesentlich deutschen Ursprunges und in der vollendetsten Gestalt in Kladno und in Königin Marienhütte ausgebildet worden.

Die beiden anderen Methoden stammen ursprünglich aus Frankreich; B. ist in der grossen Röhrenfabrik von Haldy, Röchling & Co. zu Pont-à-Mousson, C., abgesehen von englischen älteren Methoden, in der Giesserei zu Marquise im Departement Pas de Calais eingeführt und von da aus in andere Hütten, auch nach Deutschland, übergegangen und dort wesentlich vervollkommnet worden, ohne aber allgemeine und dauernde Erfolge zu zeigen.

Nach der Betrachtung der drei Methoden empfiehlt es sich, noch unter

D. die Fabrikationsresultate zu vergleichen und einige Details der Röhrenfabrikation, sowie unter

E. das Fertigmachen der Röhren zu betrachten.

A. Die Röhrenfabrikation mit liegender Formerei und vertikalem Gusse.

Das Verfahren wich in seiner ersten Gestalt nicht viel von dem gewöhnlichen Massegussverfahren ab. Ein zweitheiliger Kasten wurde über einem in einem Modellbrett liegenden eisernen Modell in der gewöhnlichen Weise vollgestampft und nach Herausnehmen des Modelles getrocknet, mit einem Lehmkern versehen und senkrecht oder in sehr steiler Schräge in eine Dammgrube gebracht.

Soweit war das Verfahren, mit Ausnahme der Trocknung und des vertikalen Gusses, nicht verschieden von der Röhrenformerei in gewöhnlichem Sande, wie sie an verschiedenen Orten, auch 1862 bis 1865 in Gleiwitz, durch den Verfasser bis zu einer recht guten quantitativen Leistung ausgebildet worden war.

Nur treten der Sandformerei gegenüber die durch den Zeitaufwand beim Trocknen veranlassten Nachtheile des stärkeren Inventars auf, welches mindestens verdoppelt werden musste.

Demnächst sind die Formkasten für aufrechten Masseguss wesentlich kräftiger zu gestalten und deshalb ohne Krahn nicht beweglich, während es früher ganz gut gelang, solange man noch mit dem Sandguss auskam, auch die Kasten für Rohre von 155 mm (6 Zoll) so einzurichten, dass sechs Mann den halben Kasten mit Modellbrett und Modell bequem wenden konnten.

Eine grössere Leistung im stehenden Gusse erfordert daher entweder ein sehr bedeutendes Inventar und infolgedessen auch einen Mehrbedarf an Platz und an Arbeit oder die Anlage von besonderen Apparaten und Betriebserleichterungen im Bewegen der Formkasten und im Trocknen derselben.

Während die auf einem verhältnissmässig bedeutenden Areal etablirten Röhrengiessereien die erstgenannten Forderungen leichter erfüllen konnten, befanden sich alle in sonstigen Werksanlagen eingeklemmten und auch sonst ungünstig situirten älteren Giessereien in

der entgegengesetzten Lage und mussten gleich von Anfang an mit der Vergrösserung des Röhrengusses eine Vervollkommnung desselben anstreben.

Die Umwandlung der älteren Röhrengiessereien im vorgedachten Sinne wird am Besten durch ein aus der Praxis gegriffenes Beispiel erörtert.

In der alten Giesserei auf Königin Marienhütte u. a. war die Dammgrubendisposition der Art, dass an zwei oder drei Krahnen eine ringförmige Dammgrube von der Ausdehnung eines Quadranten angebracht war, und es wurden von dem Krahne die Kasten, mit den Kernen versehen, also die fertig getrocknete und zusammengesetzte Form in die Grube gestellt und dann abgegossen.

Die erste Aenderung war der Versuch, die Formen in der Dammgrube zu trocknen, die zweite Aenderung der Versuch, dies mit Gas zu thun. Die Dammgrube wurde infolgedessen mit radial gestellten gusseisernen Trägern überbrückt, die immer paarweise einen Kasten zwischen sich nehmen konnten. Diese Träger trugen Lager, in denen Zapfen des Unterkastens, die nicht ganz in der Mitte standen, eingehängt werden konnten. Die Kasten konnten nun, in diesen Lagern hängend, nach Belieben vertikal (mit stabilem Gleichgewichte) oder horizontal mit untergeschobener Querstütze gestellt werden. Um die Bewegung ausführen zu können, wurde die Dammgrubenwand auf der äusseren Seite abgebrochen und in Stufen abgesetzt. Es wurde nun das Rohr bei horizontaler Stellung des Kastens eingeformt, wobei der Unterkasten mit einer Platte verschlossen war und das Modell genau in die Kernluftöffnungen passen musste. Dann wurde das Modell herausgenommen, der Kasten wieder zusammengesetzt, umgekippt und getrocknet.

Das Letztere geschah dadurch, dass ein unter der Bodenfläche der Dammgrube hinziehender Gaskanal die Producte eines einfachen Rostgenerators (mit Unterwind) aufnahm und durch verschiedene Oeffnungen nach oben hin abgeben konnte. Die Verschlüsse dieser Oeffnungen wurden weggenommen, blecherne Trichter darüber gesteckt, welche den Gasstrom in die Formkasten leiteten, und der Gasstrom nun entzündet. Das Trocknen ging von Anfang an gut von Statten und waren die Kasten stets in mindestens $1^1/_2$ Stunden abgetrocknet (auch bei sehr starken Röhren von 330 mm Durchmesser und 3 m Länge). Hauptsache blieb, die Entzündung beim Eintreten der Gase in das Rohr zu bewirken; deshalb musste der Anschluss der Trichter an den Formkasten nicht zu dicht sein.

Nach dem Trocknen hob man die Kasten wieder, nahm sie auseinander, legte die Kerne ein, machte zu, verschraubte vollständig, senkte wieder ein und goss.

Die Ersparniss an Brennstoff gegen den Darrkammerbetrieb war sehr bedeutend; während der Letztere per 18 Stück Rohrformen 14 Scheffel besseren Brennstoffes absorbirte, verlangte der Generatorbetrieb in $1^1/_2$ Stunden nur $7^1/_2$ Scheffel Cokescinder. Noch bedeutender war aber die Zeitersparniss, denn anstatt $1^1/_2$ Stunden waren mindestens 6—8 Stunden Darrkammerbrand erforderlich, um die gleiche Wirkung zu erzielen, und dann absorbirte der Transport in und aus der

Kammer mehr Zeit, als das Zu- und Aufmachen der Kasten vor und nach dem Trocknen mit Gas.

Die *Generatorenanlage* bestand wesentlich aus dem 85 cm weiten, circa 4 m hohen *Generator* mit Trichterverschluss an der Gicht, einem seitlich abgehenden *waagerechten Gasrohre*, dann einem verschliessbaren *senkrechten Gasrohre*, das auf einem *Waschapparate* stand; über dem Wasserspiegel zweigte sich das Leitungsrohr nach der Dammgrube ab. Das Letztere wie auch das erste, aus dem Gasometer führende horizontale Rohr war mit einer Explosionsklappe versehen.

Eine versuchsweise Erweiterung der Leistungsfähigkeit in der gedachten Giesserei, welche sich direct auf die Rohrfabrikation bezieht, ist noch zu erwähnen: die Umgehung der Modelle bei stärkeren Rohren und das *Schabloniren der Röhren in Masse*, ähnlich dem Ausschabloniren von Walzen. (Seite 277.)

Die Betriebsleitung entschloss sich, bei der Fabrikation schwerer Röhren die Arbeit abzukürzen und die Genauigkeit durch Vermeiden leichtquellender Holzmodelle dadurch zu steigern, dass sie unter Berücksichtigung der Gastrocknung *das Schabloniren in Masse* für diese starken Röhren anwendete. Nachdem die Kasten in bekannter Weise mit Masse vollgestampft und nach der Schablone vollkommen ausgeschnitten worden waren, wurde die Form zunächst mit fetterer Substanz, *einer lehmartigen Mischung*, ausschablonirt und darauf direct die magere Masse gethan, welche die Formwand zu bilden hatte. Dieselbe war sehr fein präparirt und in *dickteigigem Zustande*, so dass sie trotz ihrer Magerkeit keine Zerreissungen beim Passiren der Schablone geben konnte; sie wurde so wenig nass als möglich behandelt, um die *Trocknung* nicht zu *erschweren* und das *Schwinden* nicht zu sehr zu *steigern*. Wollte man jetzt die Form zusammensetzen und umkippen, so würde doch eine Verdrückung stattgehabt haben; man übertrocknete deshalb in horizontaler Lage mit Kohlenkörben und trocknete mit Gas fertig, sobald die Masse oberflächlich fest zu sein begann. Das Zusammensetzen und Trocknen dauerte dann nur noch eine Stunde, so dass das Trocknen mittelst des Kohlenkorbes nicht als erheblicher Mehrverbrauch erschien.

Die so dargestellten Röhren entsprachen allen Anforderungen, die man an nicht mit Maschinen geformte Röhren stellen kann. Die anderen Masseröhren hatten ein viel weniger gleiches Aussehen, obwohl an *beiden* die *Naht* mehr oder weniger sichtbar ist. Dagegen unterschieden sich die mit Schablonen gemachten Röhren von den anderen durch eine sehr gleichmässige und sehr glatte Oberfläche und grosse Haltbarkeit.

Was übrigens die Unterbringung mehrerer Röhren in einem Kasten anbetrifft, so wurden in dieser Anstalt u. a.:

Röhren von 330 mm	}	je eines in einem Formkasten,
„ „ 300 „		
„ „ 260 „		
„ „ 200 „	}	je zwei „ „ „
„ „ 180 „		
„ „ 150 „		

Röhren von 125 mm „ „ 120 „	je drei in einem Formkasten,
„ „ 100 „ „ „ 80 „ „ „ 75 „ „ „ 60 „	je vier „ „ „
„ „ 50 „ „ „ 35 „	je zwei „ „ „ hergestellt.

Da die Anlage ringförmiger Dammgruben ihre Unbequemlichkeit hatte, und da es bei einem Neubau angemessen schien, allen bei der bisherigen Einrichtung gemachten Erfahrungen Rechnung zu tragen, hat dieselbe Betriebsleitung bei dem Entwerfen seiner neuen Rohrgiesserei die Anlage von 5—6 gradlinigen Dammgruben durchgeführt und über denselben bewegliche Winden auf festen Gitterträgern angeordnet, um sie durch Dampfmaschinen betreiben zu können. Es sind Krahne mit Transmissionsbetrieb, welche für jede Dammgrube sich wiederholen und zu allen Functionen des Formens und Herausnehmens der Rohre, wie auch zum Heben des Eisens benutzbar sind.

An die Halle, in welcher die Dammgruben sich befinden, stösst einerseits eine kleine Halle mit Generatoren und andererseits eine grössere Halle mit den Vorkammern für die Kerne, dem Cupolofen und den Nebenräumen zum Vorrichten des Formmaterials, den Lehmmühlen u. s. w.

Der ganze Plan war sehr gut ausgedacht und auch die Details sind ausserordentlich fein; z. B. liegen die Zapfen der Kasten in einem rahmenartigen Gerüste, das auf vier an den Dammgrubenrändern eingelagerten Rollen sich verschieben lässt.

Wenn also der Kasten waagerecht gelegt und vollgestampft werden soll, hebt man das niederhängende Ende, rollt den Rahmen so weit nach der einen Seite, dass jenes Ende über den Rand der Dammgrube ragt, und lässt es auf diesem Rande sicher aufruhen. Man kann dann jede Arbeit darauf mit Sicherheit ausführen, ohne etwas unterlegen zu müssen.

Eine ähnliche, doch weniger vollkommene Einrichtung ist die von Director Jacobi in Kladno angeordnete, welche eine Beschreibung in Kick's technischen Blättern 1872, Seite 37, erfahren hat. Man kann sich dort über derartige Anlagen ganz gut orientiren, obwohl für bestimmte Verhältnisse die Königin Marienhütter Disposition unbedingt vorzuziehen ist.

B. Die Röhrenfabrikation mit aufrechter Formerei und ebensolchem Abgusse und vertikalem Gusse.

Die Unbequemlichkeit des Auf- und Zumachens der Kasten nach dem eben besprochenen Principe, besonders aber unter Anwendung der Darrkammerheizung, gab früher schon Veranlassung zu dem Versuche, die Röhren in einem nicht getheilten Kasten einzuformen und sich dabei eines vollkommen glatten, genau vertikal stehenden Modells zu bedienen.

Nach vielen Bemühungen verschiedener Art wurde die Sache besonders auf den lothringischen Giessereien, an der Spitze das Hochofenwerk (früher Haldy, Röchling & Co.) in Pont-à-Mousson, zu einem sehr vollkommenen Verfahren ausgebildet, das sich im Wesentlichen aus den nachstehenden Operationen zusammensetzte.

In einer geradlinigen Dammgrube von länglichem Querschnitte standen auf Untersätzen mit Eisenverschluss die cylindrischen, oben trichterartig sich erweiternden Formkasten in beliebiger Anzahl neben einander. In diesem Formkasten wurde ein an einer Krahnkette aufgehängtes Rohrmodellstück, also ein cylindrisches Eisenstück mit conischem Ansatze auf der Unterseite, dem Modell der Kernauflagerfläche, eingestellt und durch den Verschluss, der in der Mitte eine Oeffnung hatte und mit dem Formkasten fest verschraubt war, centrirt. Dann warf ein Arbeiter fetten Sand in den Kasten und andere Arbeiter stampften den Sand um das Modell herum fest. Man zog nun mittelst des Krahnes das Modell ein Stück in die Höhe, schüttete wieder Sand ein und umstampfte aufs Neue u. s. w., bis die durch eine Vorrichtung am Formkastenkopfe angegebene Baulänge erreicht worden. Man zog das Modell vollständig heraus, formte die Muffe mittelst besonderen Modells ein und schloss gewöhnlich die Form mit einem die Eingüsse enthaltenden abnehmbaren Kasten. Sobald dieses geschehen, wurde die Form unten geöffnet und mittelst eines kleinen Ofens, der bereit war, mit einem heissen Luft- und Gasstrom oberflächlich, aber hinreichend getrocknet.

Man kann, wie dies in Pont-à-Mousson selbst geschieht, die Form auch heben, um den Ofen unterzubringen, und dann nach Wegnahme des Ofens die Form wieder auf den Boden der Dammgrube setzen. Wenn die Röhren einen Schlussring am Spundende erhalten sollen, muss das Modell getheilt werden, es stülpt sich dann das cylindrische Obertheil desselben auf ein conisch sich verjüngendes Unterstück mit Ring und Zapfen, das beim Aufmachen des Verschlussbodens sich leicht nach unten hin entfernen lässt. Bekanntlich lässt sich aber der Nothwendigkeit des Schlussringes dadurch entgehen, dass man das Innere der Muffe mit besonderem Absatze unter dem Dichtungskranze versieht.

Nachdem die Form getrocknet ist, wird der Kern, der über einer gusseisernen, mit Löchern zum Gasabzuge ausreichend versorgten und mit fest eingesteckten Zapfen versehenen Spindel aus Lehm (unter sehr günstigen Verhältnissen auch aus Sand) gefertigt und getrocknet ist, eingestellt, in oder über dem Eingusskasten befestigt und zum Gusse geschritten.

Nach eigener Beobachtung auf einem süddeutschen Werke dauerte das Formen eines Rohres noch nicht 15 Minuten, wenn die Sache gut im Zuge war. Die Einzelheiten der Einrichtung sind von verschiedenen Berichterstattern, zuerst wohl ausführlicher von v. Kerpely in seinem Berichte über die Wiener Ausstellung Seite 140—142 beschrieben und auf Taf. II auch abgebildet worden.

Die Einrichtung war sehr einfach; es kam hauptsächlich auf gute Porosität der Masse, festes Stampfen und geringe Stärke der Massewand an.

Das Kerndrehen und das Strohseilspinnen fand wie jetzt fast ausschliesslich mittelst Maschinen statt, und nur beim Vollenden, namentlich bei dem Abschlichten der Kerne, erwies sich langsamere Drehung und plötzliches Innehalten nothwendig, weshalb dann die Handbewegung eintrat.

Von der Anlage von Dammgruben sah man später allgemein ab, um so mehr, als deren Benutzung sich nicht überall ermöglichen liess (vergl. Band I, Seite 747) und immer Unübersichtlichkeit des Betriebes zur Folge hat.

Man ging daher an vielen Stellen dazu über, Mauerwälle und Bühnen zu errichten, auf welchen das Formen und Giessen stattfinden, während die Trocknung und Entleerung der Formen, die Entfernung des Sandes u. s. w. auf der Hüttensohle geschehen sollte. Diese Disposition bot gegenüber dem Dammgrubensysteme bedeutende Vorzüge und erforderte nur die nothwendige Krahnanlage, um die Giesskessel mit dem Eisen für eine Reihe von Abgüssen sicher und rasch über den Formen hinbewegen zu können.

Noch ist zu bemerken, dass neben der Anordnung der Formen in einer geraden Linie die Aufstellung derselben in einer Kreislinie vorkam, wobei die Bedienung selbstredend durch einen Drehkrahn erfolgen musste, den man entweder mit Riemenscheibenbetrieb von einer Transmission aus oder mit directem Dampfbetrieb ausstattete.

Die Leistungen der Giessereien, welche nach diesem Systeme zu arbeiten begannen, steigerten sich sehr rasch, sowohl der Quantität als der Qualität nach. Die zum Beispiel von Haldy, Röchling & Co. 1873 in Wien ausgestellten Sortimente (unter denen auch aufgeschnittene Röhren sich befanden, um die gleichmässige Wandstärke zu zeigen) und die angegebenen Gewichte bewiesen dieses sehr eindringlich, wie ein damals angestellter Vergleich der Röhrengewichte, der weiter unten folgt, auch ergeben hatte.

Interessant waren seiner Zeit die ausführlichen Angaben über die nach dem gleichen Principe betriebene Röhrenfabrikation der L. v. Roll'schen Eisenwerke zu Choindez bei Solothurn, welche ebenfalls durch vorzügliche Producte in Wien u. a. a. O. vertreten waren. Diese Fabrik huldigte von jeher dem Principe der geringen Wandstärke bei garantirtem Drucke von 20—25 Atmosphären und einer mehrjährigen Garantie.

Bei einer lichten Weite von	betrugen					
	Baulänge	Minimalgewicht	Normalgewicht	Garantirte Presse	Maximaldruck	Wandstärke
mm	m	kg	kg	Atm.	Atm.	mm
533 (Frankfurt) .	5	756	760	20	10	$13^3/_4$
400 (Interlaken) .	4	650	650	35	16	16
300 (Freiburg) . .	3	247	250	25	11	$10^1/_4$
200 (Winterthur)	3	138	145	20	9	$8^1/_2$
150 (Zürich) . . .	3	95	95	20	9	$7^1/_2$
90 (Bern) . . .	3	45	46	20	10	6
70 (Zürich) . . .	2,5	29	31	20	9	$5^1/_2$
50 (Zürich) . . .	2,5	20	21	20	9	$5^1/_2$

Neuerdings garantirt dasselbe Werk nachstehende Maasse und Gewichte[1]:

Lichtweite mm	Baulänge m	Gewicht pro m ca. kg	Muffenweite mm	Muffentiefe mm
30	1,8	6,5	57	65
35	1,8	7	62	70
38	2	7,5	66	70
40	2	8	69	70
45	2	9	77	75
50	2	10	81	80
60	2,5	11,5	92	75
70	3	14	100	90
75	3	15	107	90
80	3	16	116	80
90	3	18	127	85
100	3	22	133	90
112	3	24	147	95
120	4	26	156	100
125	4	27	160	100
135	4	31	176	105
150	4	34	187	110
165	3	38	202	105
180	4	43	218	110
200	4	51	239	110
225	4	58	265	95
235	3	61	272	90
250	4	65	293	100
275	3	73	320	95
300	4	82	340	105
325	4	91	364	105
350	4	100	395	105
375	4	110	421	105
400	4	120	448	110
450	4	145	508	110
500	4	170	550	115
550	4			
600	4	200		
650	4			
700	4	Je nach den einschlägigen Druckverhältnissen.		
800	4			
900	4	380		
1000	4			

Das geschilderte Verfahren hat nach und nach fast allgemein Anwendung gefunden und wird auch in Deutschland in sehr grosser Ausdehnung betrieben.

Es empfiehlt sich durch Billigkeit der Anlage und Einfachheit des Verfahrens, erfordert indessen einen ziemlich gutartigen fetten Sand, der möglichst wenig zu trocknen braucht und doch Widerstand gegen das Treiben besitzt.

1) Die obigen Zahlenwerthe verdankt der Verfasser der Güte des Herrn Directors Gugler in Choindez.

C. Die Röhrenfabrikation mit Maschinen in aufrechtstehendem Kasten und mit senkrechtem Guss.

Bereits früher wurden die älteren Maschinen zur Röhrenformerei beschrieben und das Formereiverfahren für Röhren mit geringerem, sowie mit grösserem Durchmesser nach vor Jahren von Stentz gemachten Beobachtungen mitgetheilt.

In derselben Abhandlung finden sich noch bemerkenswerthe Angaben über Formkastenconstructionen für Röhren, Formwagen, Trocknen der Röhrenformen, Kernanfertigung, Differentialspindeln, Kerntrocknen, Einhängen, Abguss und Ausziehen der Röhren, allgemeine Einrichtung der Giesshütten, Röhrentransport, Putzen und Probiren, welche sehr brauchbare Winke enthalten und deshalb am Schlusse der Betrachtungen der Röhrenfabrikation etwas verkürzt und in Verbindung mit anderen Notizen wiedergegeben sind.

Alle die beschriebenen Maschinen sind seither selbstredend auch in anderen Ländern wiederholt versucht worden, ohne indessen zu einem rechten Erfolge zu führen. Erst weit später hat man in Frankreich, England und Deutschland ein zwar schon versuchtes, doch meist verworfenes Princip der Sandcompression, das Stampfen, wieder hervorgesucht und in neuer Art dazu eine Maschine verwendet, welche, anfänglich für grosse Rohre in Thätigkeit, nun auch für kleinere adoptirt werden soll.

Es waren hauptsächlich drei Modificationen dieser Bauart, die um den Vorrang stritten: die nach Delille's Patent erbaute Dewailly'sche Maschine in Marquise (Frankreich), die Frick'sche Maschine in der Rohrgiesserei des Bayenthals bei Köln und eine angeblich belgische Bauart, die sich auch in einer Giesserei zu Duisburg bewährt haben soll.

Neuerdings steht eine ähnliche Vorrichtung für bestimmte Durchmessergrenzen auch noch in einer Giesserei Süddeutschlands in Betrieb, doch ist deren Bauart nicht näher bekannt, wie denn alle diese Maschinen nur selten und dann flüchtig gezeigt worden sind, da ihre wichtigsten Einzelheiten durch kein Patent mehr geschützt waren.

Es ist deshalb für den Verfasser nur möglich, die früher bereits veröffentlichte Tafel der Leistungen der Marquise'schen Giesserei hier anzuschliessen.

Marquise fabricirte seiner Zeit drei verschiedene Typen:

Typus 1)
von 1,100—0,350 m Durchmesser mit 4 m Baulänge;

Typus 2)
von 0,325—0,040 m Durchmesser \
„ 0,189—0,54 „ „ } mit 3 und 3½ m Baulänge und

Typus 3)
von 0,915—0,078 m Durchmesser mit 4 und 3 m Baulänge.

Die Totalproduction des ganzen jetzt bekanntlich eingegangenen Werkes betrug 32 600 000 kg und die Tagesleistung in fünf Hütten:

1) für Röhren von 4 m Baulänge und (Typus 1)

Durchmesser	Stückzahl	
1100 mm Durchmesser	12 Stück (für 1100, 1000, 900 mm)	also durchschnittlich 12—48 Stück von diesen starken Röhren.
1000 „ „		
900 „ „		
800 „ „	36 „	
700 „ „	24 „	
600 „ „	36 „	
500 „ „	40 „	
450 „ „	48 „ (für 450, 400 mm)	
400 „ „		
350 „ „		

2) für Röhren von 3 m Baulänge und (Typus 2)

Durchmesser	Stückzahl		
325 mm Durchmesser	36 Stück (für 325, 300 mm)	84 (für 325—225 mm)	192 Röhren.
300 „ „			
275 „ „	48 „ (für 275, 250, 225 mm)		
250 „ „			
225 „ „			
200 „ „		108 (für 200—162 mm)	
189 „ „			
175 „ „			
162 „ „			

3) für Röhren von 3 m Länge und (Typus 2)

Durchmesser	Stückzahl	
150 mm Durchmesser	130 Stück (für 150, 135 mm)	260 Röhren.
135 „ „		
120 „ „	130 „ (für 120, 108 mm)	
108 „ „		

4) für Röhren von 3 m Länge und (Typus 2)

Durchmesser	Stückzahl	
100 mm Durchmesser	130 Stück (für 100, 90 mm)	260 Röhren.
90 „ „		
80 „ „	130 „ (für 80, 70 mm)	
70 „ „		

5) für Röhren von 2,5 m Länge und (Typus 2)

Durchmesser	Stückzahl	
60 mm Durchmesser	60 Stück	240 Röhren.
54 „ „	60 „	
50 „ „	60 „	
40 „ „	60 „	

Es wurden mithin circa 1000 Röhren von 31 verschiedenen Durchmessern in fünf Giessereien, jede vermuthlich mit der nothwendigen Anzahl von Maschinen versehen, abgeformt und gegossen; jedenfalls eine der stärksten Leistungen, welche auf diesem Gebiete existirt hat.

Die Röhren von 350 mm Durchmesser und darüber, also die unter 1) aufgeführten, werden mit der Muffe nach unten und einem verlorenen Kopfe am oberen Ende dargestellt, welcher dann auf der Drehbank abgeschnitten werden musste; dieser verlorene Kopf oder Anguss war 100—200 mm lang. Die schwächeren Rohre wurden mit der Muffe nach oben gekehrt gegossen.

Die Dimensionen des Typus 3 waren:

915 mm 533 „ 366 „	mit 4 m Baulänge,
183 mm 157 „ 131 „ 104 „ 78 „	mit 3 m Baulänge.

D. Vergleich der Hauptfabrikationsmethoden und Einzelheiten der Röhrenformerei überhaupt.

Die beschriebenen Fabrikationsmethoden hat Cramer in einem kurzen Berichte über das, was er auf der Wiener Ausstellung Hervorragendes bemerkte, einem interessanten Vergleich hinsichtlich des Gewichts der Röhren, d. h. des entscheidenden Momentes der Fabrikation, unterworfen. (Vergl. Deutsche Industriezeitung 1874, S. 22.) Es wog 1 m Röhren

bei einer lichten Weite	in Gröditz und Cainsdorf	in Pont-à-Mousson	in Marquise
von 50 mm	10 kg	12 kg	12 kg
70 „	13 „	18 „	18 „
100 „	21 „	25 „	28 „
120 „	25 „	34 „	33 „
150 „	32 „	40 „	40 „
200 „	53 „	58 „	58 „
250 „	71 „	78 „	80 „
300 „	88 „	97 „	103 „
400 „	138 „	140 „	147 „

Die darin liegende Kritik der damaligen französischen Ergebnisse wird reichlich aufgewogen durch die grössere Wohlfeilheit, mit der auch die von Cramer u. A. gerügte hier und da vorgekommene Qualität Nr. 3 des betreffenden Gusses nicht entschuldigt, aber doch einigermaassen ausgeglichen werden kann.

Die Röhrenfabrikation ist seit Langem eine Massenfabrikation geworden und die Hauptsache dabei ist, neben hinlänglicher Billigkeit, eine annehmbare Gewährleistung für Haltbarkeit und eine bestimmte Dauer derselben. Alles ging darauf hinaus, die Zahl der verschiedenen Modelle einzuschränken und eine von Ingenieuren und Rohrproducenten zu vereinbarende Dimensionstabelle eiserner Röhren festzustellen, nach der der Fabrikant wie der Abnehmer sich richten musste.

In der Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins 1872, S. 495 bespricht bereits Westendarp die Bestimmung der Wandstärken gusseiserner Röhren und Voranschläge für Annahme einer Normalmuffe und einer Normalflansche — aus der Wiener Frage der Wasserleitung entwickelt. Später wurde die Frage in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure mehrfach besprochen und in dem Januarheft 1875

die beifolgende, damals endgültig verabredete Tabelle publicirt, welche hier nochmals veröffentlicht wird.

Lichter Durchmesser D	Normal-Wandstärke δ für 6 bis 7 Atmosphären	Flanschenröhren												
		Flanschen-Durchmesser D'	Flanschendicke f	Schraubenlochkreis-durchmesser D^2	Schrauben					Baulänge	Gewicht eines Rohres (abgerundet)	Gewicht einer Flansche nebst Anschluss (abgerundet)	Gewicht von 1m Rohr excl. Flansche	Schenkellänge der Krümmungs- und T-Stücke $L = D + 100$
					Anzahl	Stärke in Millimeter	Stärke in engl. Zoll	Länge	Durchmesser der Schraubenlöcher					
mm	mm	mm	mm	mm				mm	mm	m	kg	kg	kg	mm
40	8	150	18	115	4	13	1/2		15	2	21,4	2	8,75	140
50	8	160	18	125	4	15,5	5/8		17	2	25,5	2,2	10,58	150
60	8,5	175	19	135	4	15,5	5/8		17	2	45	2,7	13,26	160
70	8,5	185	19	145	4	15,5	5/8		17	2	51,4	2,9	15,20	170
80	9	200	20	160	4	15,5	5/8		17	3	61,7	3,5	18,25	180
90	9	215	20	170	4	15,5	5/8		17	3	68,8	4	20,30	190
100	9	230	20	180	4	19	3/4		21	3	76	4,4	22,32	200
125	10	260	21	210	4	19	3/4		21	3	98	5,6	28,94	225
150	10	290	22	240	6	19	3/4		21	3	122	6,9	36,45	250
175	10,5	320	22	270	6	19	3/4		21	3	149	8	44,38	275
200	11	350	23	300	6	19	3/4		21	3	178	9,6	52,91	300
225	11,5	370	23	320	6	19	3/4		21	3	206	9,9	61,96	325
250	12	400	24	350	8	19	3/4		21	3	238	11,6	71,61	350
275	12,5	425	25	375	8	19	3/4		21	3	273	12,9	82,30	375
300	13	450	25	400	8	19	3/4		21	3	306	13,7	93,00	400
325	13,5	490	26	435	10	22,5	7/8		25	3	343	17,2	102,87	425
350	14	520	26	465	10	22,5	7/8		25	3	376	18,9	112,75	450
375	14	550	27	495	10	22,5	7/8		25	3	415	21,5	124,04	475
400	14,5	575	27	520	10	22,5	7/8		25	3	456	22,6	136,85	500
425	14,5	600	28	545	12	22,5	7/8		25	3	484	24,5	145,16	525
450	15	630	28	570	12	22,5	7/8		25	3	539	26,5	162,00	550
475	15,5	655	29	600	12	22,5	7/8		25	3	582	28,6	178,84	575
500	16	680	30	625	12	22,5	7/8		25	3	624	30,7	187,68	600
550	16,5	740	33	675	14	26	1		28,5	3	723	39	214,97	—
600	17	790	33	725	16	26	1		28,5	3	813	42	243,28	—
650	18	840	33	775	18	26	1		28,5	3	916	43	276,60	—
700	19	900	33	830	18	26	1		28,5	3	1034	50	311,27	—
750	20	950	33	880	20	26	1		28,5	3	1148	53	347,96	—
800	21	1020	36	940	20	29,5	1 1/8		32	3	1297	68	387,10	—
900	22,5	1120	36	1040	22	29,5	1 1/8		32	3	1567	74	472,81	—
1000	24	1220	36	1140	24	29,5	1 1/8		32	3	1872	96	560,00	—

Die weiter oben angeführten Bemerkungen von Stentz über die Röhrenformerei in England enthalten noch folgende brauchbare Angaben:

Bei den verschiedensten Arten der stehenden Röhrenformerei waren die Formkasten überall gleich und nur in ihren Nebentheilen verschieden. Sie waren alle der Länge nach zweitheilig und schlossen

sich der runden Form der Röhren vollständig an, so dass zwischen ihren inneren Wänden und dem Modell nur circa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll Raum

Dichtungsleiste falls beliebt		Muffenröhren								Schieber, Hähne und Ventile		
Breite b	Höhe e	Aeusserster Muffeldurchmesser	Innerer Muffeldurchmesser	Tiefe der Muffel	Gewicht pro laufenden Meter Baulänge incl. Muffel	Gewicht der Muffel	Gewicht pro laufenden Meter Baulänge incl. Muffel	Dasselbe (abgerundet)	Baulänge	Schieberlänge von Flansch zu Flansch $D + 200$	Durchgangsventile und gusseiserne Hähne; Länge von Flansch zu Flansch $2D + 100$	Eckventile; Länge der Schenkel von Mitte bis Flansche $D + 50$
mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg	kg	m	mm	mm	mm
25	3	120	69	74	8,75	2,00	9,75	10	2	240	180	90
25	3	132	81	77	10,58	2,6	11,88	12	2	250	200	100
25	3	143	91	80	13,26	3,15	14,83	15	3	260	220	110
25	3	153	101	82	15,195	3,7	17,05	17	3	270	240	120
25	3	164	112	83	18,25	4,32	19,70	20	3	280	260	130
25	3	175	122	86	20,30	5,00	21,83	22	3	290	280	140
28	3	186	133	88	22,32	5,80	24,25	24,5	3	300	300	150
28	3	213	158	91	28,94	7,34	31,38	32	3	325	350	175
28	3	242	185	94	36,45	8,90	39,06	39	3	350	400	200
30	3	270	211	97	44,38	10,61	47,90	48	3	375	450	225
30	3	299	238	99	52,91	12,33	57,00	57	3	400	500	250
30	3	315	264	100	61,96	14,32	66,73	67	3	425	550	275
30	3	351	291	101	71,61	16,32	77,09	77	3	450	600	300
30	3	378	317	102	82,30	19,12	88,67	89	3	475	650	325
30	3	406	343	104	93,00	21,93	100,00	100	3	500	700	350
35	4	433	368	105	102,87	24,91	111,17	111	3	525	750	375
35	4	460	394	106	112,75	27,90	122,06	122	3	550	800	400
35	4	489	421	107	124,04	30,00	134,04	134	3	575	850	425
35	4	518	448	109	136,85	34,09	147,21	148	3	600	900	450
35	4	545	473	110	145,16	37,27	157,58	158	3	625	950	475
35	4	573	499	111	162,00	40,45	175,53	176	3	650	1000	500
40	4	600	525	112	174,84	44,09	189,54	190	3	675	1050	525
40	4	628	551	114	187,68	47,74	204,13	204	3	700	1100	550
40	5	582	603	116	214,97	55,33	233,43	234	3	750	—	—
40	5	736	655	119	243,28	63,52	264,46	265	3	800	—	—
40	5	791	707	122	276,60	73,47	301,08	301	3	850	—	—
40	5	746	759	125	311,27	84,63	339,45	340	3	900	—	—
40	5	897	812	127	347,96	94,40	379,44	380	3	950	—	—
45	5	949	866	129	387,10	104,64	421,98	422	3	1000	—	—
45	5	1066	968	134	472,81	135,94	518,15	518	3	1100	—	—
45	5	1177	1074	140	560,00	168,47	616,21	616	3	1200	—	—

für die Masse blieb. Dabei waren sie zum leichteren Austrocknen der Masse überall durchbohrt. Die Verbindung der Formhälften geschah durch Laschen, durch welche besondere Bolzen mit dem festen Kopfe auf einer Seite gesteckt und durch Splintkeile befestigt wurden. Zum genauesten Schliessen waren noch die zusammenstossenden Kasten-

flächen gehobelt und standen die Laschen etwas gegen diese gehobelten Stossflächen zurück, um ein sicheres Anziehen zu gestatten. An ihrem oberen Ende liess man die Kasten offen und erweiterte sie trichterförmig, um den nöthigen Raum zur Muffe zu erhalten.

Bei Benutzung der Hauptkerne zur Festhaltung des Muffenkernes endete dieser Trichter in einem glatten aufstehenden Rande, bei Anwendung der Aufsetzkasten dagegen besass derselbe oben noch einen flachen Rand mit Bolzenlöchern, die zu denen des Aufsetzkastens passten.

Etwas unter dem oberen Ende waren zwei kräftige Haken angenietet, an denen beim Oeffnen der Form nach dem Gusse die Kastenhälften an Ketten aufgehängt wurden, um ein Umfallen derselben zu verhüten.

Mit den unteren Enden standen die Kasten auf der Platte eines eisernen Wagens und waren dort an einigen Stellen durch Bolzen und Splinte, seltener durch Schrauben befestigt.

In diesem Falle besass natürlich die Wagenplatte die nöthige Vertiefung, um das unterste Leitende des Röhrenmodells aufzunehmen, ausserdem aber auch die Oeffnung für den unten hindurchragenden Kernspindelzapfen. Vortheilhafter vielleicht erschien eine andere Einrichtung, bei welcher die Wagenplatte nur die Oeffnung für den Unterzapfen der Kernspindel besass, die Kernauflage aber, wie die Vertiefung zur ersten Geradleitung des Rohrmodells, sich in einem Unterkasten befand, welcher unten mit dem Wagen, oben mit dem Formkasten durch Laschen und Bolzen verbunden war. Dieser Kasten wurde für sich in Masse geformt und beim Beginne der Arbeit zuerst auf den Formwagen gesetzt.

Zur Fortbewegung der schweren Formkasten — die fast bei jeder Arbeit ihre Stelle wechseln, um einem neuen Kasten Platz zu machen — dienten damals schon kräftig gebaute schmiedeeiserne Wagen mit vier niedrigen Spurrädern und gusseiserner Oberplatte, die mit so vielen Oeffnungen versehen war, als Röhrenkasten auf derselben stehen sollten. Diese Zahl richtete sich natürlich nach dem Durchmesser der Röhren, indem bei 24—16zölligen Röhren immer nur ein, bei Röhren kleineren Durchmessers aber zwei bis sechs Formkasten auf einem Wagen Platz fanden.

Da es bei einigen Giessereieinrichtungen nothwendig wurde, die Wagen auch rechtwinklig zu ihrer früheren Richtung zu bewegen, so geschah dies in solchen Fällen auf Schiebebühnen, deren Schienensystem dann entsprechend niedriger lag, als das der Hauptbahn.

Die Fortbewegung der Wagen erfolgte durch Arbeiter mittelst Hebeln, doch hatten die Wagen hinten und vorn auch geschmiedete Oesen, um sie, namentlich wenn sie die Trockenvorrichtungen verlassen sollen, mit Haken herausziehen zu können.

Bei dem Fortbewegen der Wagen fand allerdings leicht ein fortdauerndes Schwanken derselben durch die hohe Belastung statt, und dürfte sich, nach Stentz, diesem vielleicht dadurch haben entgegenwirken lassen, dass auch auf der oberen Hüttensohle, auf der die Arbeit stattfand, eine Schienenbahn gewesen und die Kasten auch oben mit einem Rädersysteme in Verbindung gesetzt worden wären, das mit dem unteren gelaufen wäre (!?).

Ueber das wichtige Kapitel von dem Trocknen der Röhrenformen waren nach demselben Berichterstatter bereits frühzeitig eine ganze Reihe von Erfahrungen gemacht worden.

Von der grössten Bedeutung ist das Trocknen der Masseformen ja insofern, als das frühere und für kleinere Verhältnisse angebrachte gewöhnliche Trocknen in Darrkammern fast 12 Stunden und so für die Tagesarbeit eine doppelte Zahl von Formkasten in Anspruch nahm, somit das Anlagekapital bedeutend belastete oder die Fabrikationsmenge beschränkte.

Demnach stand die Darrkammer frühzeitig auch in England in Anwendung, selbstverständlich in dem Niveau befindlich, in welchem die Röhrenformen sich bewegen, und hoch genug, um die stehenden Formen aufzunehmen.

Der Boden der Darrkammern wurde durch starke Roste gebildet, unter welchen Luftzug stattfand, während über den Rosten die Schienen angeordnet waren, auf welchen die Wagen mit den Formkasten sich bewegen konnten.

Eiserne Thüren verschlossen die Kammern und der Rauchabzug erfolgte durch eine Esse.

Das Herausziehen der getrockneten Formen fand je nach der Oertlichkeit durch dieselbe Thür rückwärts statt, durch welche sie hineingekommen waren, und dann wurde gewöhnlich die Darrkammer zur Aufnahme mehrerer Formwagen mit Röhrenformen eingerichtet.

In anderen Fällen stand die Darrkammer längs des Schienenweges, und wurden die aufeinander folgenden Wagen hinter einander eingeschoben, so dass der Ausgang derselben durch eine zweite Thür am Ende der Darrkammer geschehen musste.

Ein ganz abweichendes Princip bei diesen Trockenvorrichtungen war frühzeitig bei einzelnen Firmen, z. B. bei Bolkow & Vaughan in Middlesborough, zur Ausführung gebracht worden.

Es befanden sich dort für jede Sorte Röhren gemauerte Dammgruben, in denen das Einformen selbst stattfand, und zwar ohne Transport der Formkasten, die auf ihrer Stelle stehen bleiben konnten.

Der Boden der Dammgruben war hohl, und von oben her führte ein eisernes Rohr unter die eiserne Bodenplatte, sich dort in so viele Rohrstränge vertheilend, als Rohrformen in der Dammgrube standen.

Die Letzteren waren so angeordnet, dass jeder der genannten Röhrenstränge durch ein nach oben gelegenes Rohr in die Form hinein sich öffnete.

Waren sämmtliche Kasten eingeformt, so wurde über das eiserne Rohr ein blecherner Cylinder mittelst eines Krahnes gehängt, auf dessen oberer Fläche sich ein geschlossener Kasten befand, welcher mit Cokes gefüllt war, die später entzündet wurden.

Durch einen Schlauch wurde alsdann Gebläsewind in den Kasten, der eine Art Schmiedefeuer mit festem Deckel bildet, geleitet und die Cokes in Gluth gesetzt. Die heissen Gase nebst überschüssiger heisser Luft waren gezwungen, im mehrerwähnten eisernen Rohre hinunterzugehen; sie gelangten durch die einzelnen Rohrstränge hindurch in die Formen und in denselben wieder in die Höhe, verbreiteten sich in dem ganzen blechernen Cylinder und zogen durch Oeffnungen am Fusse

desselben ab. Da hierbei eine Erwärmung des ganzen Raumes, besonders aber eine directe Berührung der Masse mit der glühenden Luft stattfand, so wurde das Trocknen in sehr kurzer Zeit beendet, so dass 2 Stunden genügten, um 6—8 Röhrenformen vollständig zu trocknen.

Während dieser Zeit waren in einer zweiten Grube ebenso viel Röhrenformen fertig geworden, daher konnte derselbe Cylinder sofort auf diese gestellt und auch bei ihnen die Trocknung vorgenommen werden.

Die Anlage der Gruben und eines Ventilators und die Benutzung einer Kraft zum Betriebe des Letzteren dürfte hinreichend durch die bedeutend schnellere Arbeit und den jedenfalls geringeren Kohlenverbrauch gedeckt worden sein, während gleichzeitig zu derselben Fabrikationsmenge nur die Hälfte an Kasteninventarium vorhanden zu sein brauchte.

Bei geeigneter örtlicher Beschaffenheit der Hüttenanlage dürfte sich die Feuerstätte auch unten am Fusse der Dammgrube haben anbringen lassen, ja eine Vereinigung beider Systeme, des Formens beweglicher Kasten auf der Schienenbahn und des Trocknens mit heisser Luft, würde nicht schwer herzustellen gewesen sein. Jedenfalls verdiente Letztere ganz besondere Beachtung und hat sie später auf verschiedenen Werken in ausgedehntem Maasse gefunden, während nebenbei noch die verschiedensten anderen Trockenmittel in Uebung standen.

Die Herstellung der Kerne geschah vielleicht zuerst in England bei allen grösseren Röhren durch Lehmbeschlag eiserner Spindeln, und zwar fast allgemein in der Art, dass langes Heu mit einer Lage dünnen Lehms auf der Spindel befestigt und dann eine zweite Lehmlage mit etwas Kuhhaaren darauf gegeben wurde. Die beiden Lehmbeschläge hatten aber nur ca. $^1/_4$ Zoll oder 7 mm Stärke und waren, da nur sehr gut durchgearbeiteter Lehm verwendet wurde, sehr glatt und sauber hergestellt.

Einiges Aufsehen machten seiner Zeit die sogenannten Differentialspindeln. Da namentlich die grösseren Röhren beim Erkalten bedeutend schwanden und sich zusammenzogen, die dünnne Lehmlage auf unnachgiebiger Spindel aber diesem Zusammenziehen Widerstand entgegensetzen und ein Reissen der Röhren herbeiführen musste, so wurden in ihrem Durchmesser veränderliche Spindeln, Differentialspindeln, allgemein angewandt.

Die bereits angeführte Cochrane'sche Spindel, welche denselben Zweck verfolgte, litt an zu bedeutender Schwere, die ihren Gebrauch lästig machte und ihre Verbreitung hinderte. Das gleiche Schicksal hatten andere, auf gleichen oder ähnlichen Constructionsgrundsätzen beruhende Spindelformen der Engländer. Ein Formermeister von Vaughan hatte z. B. eine angeblich etwas leichtere Spindel sich patentiren lassen. Dieselbe bestand, wie jene, aus 4 gleichen Ringstücken, die an ihren langen Seiten sich mit Falzen gegenseitig überdeckten. An ihren Innenflächen besass jedes Stück 3 Paar etwa 300 mm lange und um 7 mm ansteigende schräge Ebenen, welche durch Schrauben, die in versenkten Kasten endigten, zusammengehalten wurden. Die Stirnflächen der cylindrischen Spindel wurden durch 2 Armkreuze gebildet, deren Enden in Kasten an der Innenseite der Ringstücke lagen,

so dass wohl ein Verschieben zwischen Kreuz und Ring, nicht aber ein Drehen stattfinden konnte.

Durch die mittleren Verstärkungen dieser beiden Armkreuze ging eine runde Stange, an einem Ende mit einer Schraube versehen, auf welcher durch eine ausserhalb des Armkreuzes belegene Schraubenmutter eine Längenbewegung der Stange bewirkt werden konnte.

Oberhalb der Schraube war die Stange zu einer Oese erweitert, die dazu diente, die Kerne mittelst Haken an den Krahnketten aufzuhängen, welche ihre Bewegung zu den verschiedenen Bearbeitungsstellen vermittelten.

Im Innern des Kerncylinders sassen auf der Stange drei abgestumpfte hohle Kegel, mit der Stange ebenfalls durch Armkreuze verbunden, aber fest an ihrer Stelle, und zwar genau entsprechend den schiefen Ebenen des Cylinders, so dass bei losem Kerne, wenn die Falzen der Ringplatten geschlossen sind, ihr kleinerer Durchmesser die niedrigste Stelle der schiefen Ebene traf, bei angespanntem Cylinder, also offenen Falzen, der grössere Durchmesser der höchsten Stelle der Ebene nahe stand. Um ein Drehen der Kegelstücke zu vermeiden, waren in jedem vier Schlitze angebracht, in welche Leisten an den Innenflächen der Segmente passten, die gleichzeitig diese Segmente so festhielten, dass bei Spannung des Kernes kein seitliches Verschieben derselben stattfinden konnte, wodurch vielleicht ein Falz ganz geschlossen geblieben wäre, während durch zu bedeutende Erweiterung eines anderen ein offener Schlitz in dem überall zu schliessenden Cylinder entstanden sein würde.

Es wurde also durch einfaches Umdrehen der äusseren Mutter eine Erweiterung des Kerndurchmessers, ebenso bei gleichzeitigem äusseren Drucke durch Rückwärtsdrehen derselben eine Verkleinerung dieses Durchmessers herbeigeführt.

Beim Beschlagen mit Lehm war die grösste Stärke der Spindel eingestellt, der Kern erschien wie gespannt, wobei aber Rücksicht genommen wurde, dass die Falzen sich nicht zu fest mit Lehm ausfüllten. Sobald das frisch gegossene Rohr erstarrt war, wurde der Kern durch Drehung der Mutter gelöst, der schwache Lehmbeschlag bröckelte ab und das Rohr hatte ca. 15 mm Spielraum zum Schwinden. Aber nicht nur diesem Schwinden wurde durch die Differentialspindel Raum gegeben, sondern auch das Ausziehen des schweren Kernes wurde erleichtert.

Die früher in Aussicht gestellte bezw. erhoffte Einführung dieser Spindelform in Deutschland und anderen Bezirken ist nicht geschehen, da man mit der Verbreitung des Röhrengusses lernte, ohne solche künstliche Hülfsmittel in der Ausrüstung der Formen auszukommen.

Gegenwärtig, wo vorwiegend nach dem früher geschilderten Verfahren von Pont-à-Mousson u. s. w. gearbeitet wird, dessen Einrichtung und Ausstattung auf Taf. XVII dargestellt ist, entfernt man Spindel und Kern mit dem Rohr so rasch als möglich nach dem Erstarren aus der Form und streift Letzteres ab, so dass eine zu starke Spannung auch bei den weitesten Rohren vermieden werden kann.

Das Trocknen der Kerne, ein Vorgang von fast grösserer Wichtigkeit wie das der Formen, wird seit langer Zeit schon in Flamm-

öfen betrieben. Bereits Stentz hat vor 30 Jahren derartige Oefen beschrieben, deren lichte Breite die Länge der Kerne um Weniges übersteigt. Ebenso ist ihre Höhe nur wenig grösser als die Stärke der Kerne, welche darin gebrannt werden.

Der Herd ist flach, steigt aber von der Feuerbrücke aus etwas an, so dass die von der Esse aus eingebrachten Kerne bis zur heissesten Stelle leicht gerollt werden können. Unter dem Fuchse ist eine breite, durch Hebel zu öffnende Thür, durch welche die Kerne quer eingelegt werden, nachdem sie bis zur Höhe der Thüre, die immer möglichst niedrig liegt, auf schräger Schienenbahn gerollt sind, wobei die Zapfen der Kernspindel die Auflagepunkte bieten.

Diese Schienenbahn setzt sich auf beiden Seiten des Ofens in halber Höhe desselben fort, so dass auch die weitere Bewegung der Kerne in demselben leicht durch Drehen und Rollen erfolgt, während sie gleichzeitig beim freien Hängen auf allen Seiten von der Hitze umspült werden. Während die untere Hälfte der langen Ofenwand massiv ist und jene Schienenbahn trägt, ist die obere Hälfte nur durch eiserne Klappthüren geschlossen und zwischen denselben die Decke von Pfeilern getragen, so dass die Fortbewegung der Kerne im Ofen, sowie gleichzeitig auch ihre Umdrehung von Aussen her geschehen kann, um allen Stellen gleiche Hitze zu geben.

Die der Feuerbrücke zunächst gelegene Thür kann in ganzer Höhe geöffnet werden, um den Kern, wenn er fertig gebrannt ist, hier ausziehen zu können, was durch eine Krahnkette geschieht, die mittelst eines Hakens eine Oese an der Kernspindel greift. An den Stellen, wo die Kerne noch nicht ganz von der Krahnkette gehoben sind, oder wo es nicht möglich ist, sie mittelst ihrer Zapfenenden auf Schienenbahnen gleiten zu lassen, sind Sandbettungen geschüttet, so dass ihrer Zerstörung beim Transporte vorgebeugt ist.

Je nach der Lage des Kernbrennofens zur eigentlichen Formstätte wird das Kerneinhängen durch denselben Krahn oder einen zweiten besorgt, in dessen Bereich der erste Krahn den Kern bringt. Das Einhängen muss durchaus genau in der Mitte der Form und ganz senkrecht geschehen, damit keine Verletzung an Form oder Kern vorkommt.

Man hat auch Kerntrockenöfen gebaut, welche unterirdische Feuerungen und Abzüge hatten, und wo jede der Schmalseiten mit Thür versehen war. Die Kerne wurden von der Drehbank, auf welcher sie mit Lehm überzogen worden sind, unmittelbar an der Abzugseite des Ofens eingelegt und rollten ganz allmälig nach der anderen Seite hin, wo sie einer um den anderen herausgenommen und entweder nach der Fertigdrehbank kamen oder, wenn es der letzte Brand war, in die Giesshütte gefahren und in die Formen gehängt wurden.

Auch durch eiserne glockenartige Deckel ersetzt man die Oefen und stülpt dieselben über das die Kerne stützende Gerüst, wie Taf. XII, Fig. 1, 2, 5 angedeutet ist. Die Heizluft muss dann selbstverständlich ein- und abstellbar sein.

Auch die Formen selbst wurden vielfach unter solchen Glocken getrocknet.

Sandkerne sind früher für grosse Durchmesser in Vorschlag gebracht worden, z. B. 1865 durch Lander (Mech. Mag. 1865, Bd. I, S. 103 und Dingler's Journ. 1865, 2. Hft., S. 285), haben aber keine Verbreitung erlangt.

In Betreff der Manipulationen beim Abguss des Rohres und beim Ausziehen aus der Form ist wenig zu bemerken.

Da heute die Eingüsse meist durch den Kern selbst und eine entsprechende conische Erweiterung der Form gebildet sind, so geschieht der Guss des Rohres sofort nach dem Einsetzen und Befestigen des Kernes. Der Guss geschah früher, als man vorwiegend mit Dammgruben arbeitete, meist direct vom Cupolofen durch Zuleitung des Eisens mittelst einer Rinne bis zum Einguss, wobei natürlich die Röhrenform so nahe als möglich an den Ofen gebracht wurde, oder häufiger aus einer Herdpfanne am Rande der Formgrube. Heute, wo die Formen frei aufgehängt werden, geschieht der Abguss fast ausschliesslich durch eine Krahnpfanne.

Man ist dadurch in der gegenseitigen Anordnung von Umschmelzöfen und Formen gar nicht mehr beschränkt und hat nur dafür zu sorgen, dass von den Oefen aus, wie die Figuren 1 und 2 der Tafel XVII zeigen, Geleise an beiden Langseiten der Giesshalle angeordnet sind, von deren Wagen aus die Pfanne an den Kopfenden jeder Kastenreihe durch die festen Krahne über den Reihen emporgehoben und die Reihen bestreichen kann. Man giesst gewöhnlich die ganze Reihe Formen nach einander ab und senkt dann die Pfanne wieder, um sie aufs Neue zu füllen.

Nach dem Gusse wird baldmöglichst der Kern gelockert und herausgezogen, oft mit dem Rohr, wie vorhin bemerkt.

Das Rohr gelangt, wieder auf dem einen Längsgeleise, nach dem Putzraum, die Kernspindeln nach der Dreherei. Der Rest von Formmaterial wird herausgestossen und die Arbeit beginnt unmittelbar von Neuem, wobei zu gelegener Zeit die ausgestossene Masse abgefahren, gemischt und wieder auf die Formstelle geholt wird.

Eine abweichende Einrichtung war in manchen Werken die einer ringförmigen Dammgrube, in deren Centrum in der oberen Sohle ein sie beherrschender Krahn stand. An den Formstellen waren kleinere Hebevorrichtungen für die Modelle angebracht, während das Einhängen und Ausheben der Kerne u. s. w. von dem inneren Krahne besorgt wurde. Da aber derselbe vielfach bei einer fortdauernden und von Stelle zu Stelle vorrückenden Arbeit stark in Anspruch genommen war, so fand sich in der Regel ausserhalb des Kreises der Dammgrube noch ein Krahn zum Ausziehen von Kern und Rohr und, wenn nicht der Guss direct vom Ofen oder durch fahrbare Pfannen geschah, noch ein dritter zum Abguss der Röhren. An einer Seite des inneren massiven Pfeilers, und zwar so, dass der Transport der Formkasten auf der kreisförmigen Bahn nicht gehindert wurde, arbeitete die Vorrichtung zum Heben der benutzten Masse, die oben wieder bearbeitet und verbraucht werden sollte. Einen Theil der ringförmigen Dammgrube, der unten von Aussen zugänglich war, nahm der Trockenofen ein, durch welchen hindurch sich alle Formkasten hinter einander bewegen mussten.

Es schien damals diese Construction die vortheilhafteste für eine Massenproduction zu sein, da bei ihr eine ununterbrochene Reihenfolge der Arbeit stattfand und nie eine Rückbewegung der schweren Formkasten nothwendig wurde. Eine Verbindung der Einrichtung zum Formtrocknen durch Gebläse mit einem feststehenden Trockenofen war allerdings nirgends versucht, während sie doch zur möglichst schnellen Ausführung des Trocknens sehr vortheilhaft erscheinen musste.

Vorrichtungen zur Bewegung der Modelle, die nur geringere Kraft, aber eine durchaus stetige regelmässige Bewegung erfordern, werden in der Regel durch Dampf oder bei reihenförmiger Kastenaufstellung durch die Krahne über den Kasten betrieben, ebenso fand der Dampf, wie schon erwähnt, auch bei den Krahnen für schwerere Lasten weitere allgemeine Anwendung, da jetzt fast alle Krahne als Dampfkrahne construirt sind und so auch hierbei die Verwendung der Menschenkraft auf nur geringe Leistungen beschränkt wird.

Die maschinelle Anordnung dieser Krahne und Hebevorrichtungen ist bekannt (vergl. den betr. Abschnitt in Bd. I, S. 695), und darf hier nur noch erwähnt werden, dass die Röhrenformkasten so weit über den Aussenwänden der Dammgruben herausstanden, dass eine bequeme Arbeit am oberen Rande der Kosten stattfinden konnte.

Leichte Brücken, über die Dammgrube gelegt, gestatteten dem Arbeiter, sich um die Form herum zu bewegen, sowie die Formmasse einzufüllen und einzustampfen. Die Kernbrennöfen waren der Stelle, wo das Einhängen der Kerne erfolgt, möglichst nahe gelegt.

E. Fertigstellen der Röhren, Probiren und Schwärzen.

Eine wichtige Arbeit bei der Röhrenformerei ist das Probiren der Röhren auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Druck.

Nachdem die Röhren geputzt und von den Eingüssen befreit sind, erforderlichenfalls auch eine Bearbeitung der Stösse erfolgt ist, geschieht das Probiren durch Pressen mit Wasserdruck in der Luft, daneben manchesmal mit Luftdruck unter Wasser, doch wird die letztere — empfindlichere — Probe nur in seltenen Fällen und höchstens bei Gasleitungsröhren angewendet. Gestattet es irgend das Terrain, so wird das Rohr schon durch Rollbahnen in der Höhe zugeführt, die es auf der Presse einnehmen soll, so dass ein Heben unnöthig ist. Auch für hinreichenden Wasserzufluss und für den Abfluss des gebrauchten Wassers muss selbstredend in durchaus genügender Art gesorgt sein. Als Dichtungsmittel an den Stössen der Röhren werden Scheiben angewendet, welche in ausgedrehten Nuthen mit Gummiringen versehen sind, während durch diese Scheiben das Probirwasser zu- und abgeführt wird.

Manche eigenthümliche Einrichtungen zum Röhrenprobiren sind frühzeitig durch die Presse bekannt geworden.

H. Cochrane zu Ormesby bei Middlesborough im Clevelandbezirk, der bedeutendste Röhrengiesser Englands, probirte früher seine weiten Röhren auf einer im Engineering 1868, October, S. 314 beschriebenen Vorrichtung sinnreicher Construction.

Das Hauptprincip derselben war, eine Verkleinerung des inneren Raumes der Röhren zu bewirken, um dem zeitraubenden Füllen mit Wasser aus dem Wege zu gehen. — Deshalb legte Cochrane einen Kern ein, der nur einen schmalen ringförmigen Zwischenraum zwischen seiner Oberfläche und der Innenfläche des Rohres übrig liess, der also dann sehr rasch mit Wasser gefüllt werden konnte. Sehr wichtig war noch die dadurch bewirkte Entlastung der beiden Verschlussscheiben an den Röhrenenden.

Eine andere Construction, die noch praktischer erscheint, war eine von Fielding & Platt in Gloucester für die Wiener Wasserwerke construirte Röhrenpresse, welche im Engineering vom 2. December 1870, S. 396 abgebildet und beschrieben wurde. Es steckten bei diesem Apparate zwei Pumpkolben in einander und im Pumpenstiefel; von diesen beiden Kolben wurde der weitere entweder an dem Flansch des Stiefels oder an dem anderen Kolben befestigt. Im letzteren Falle arbeitete die Pumpe sehr rasch (mit grösserem Kolben- und Stiefelquerschnitt), im ersten Falle langsamer.

Man benutzte die erste Anordnung zum Füllen der Röhren, die letztere dagegen zur Erreichung des erforderlichen Druckes in dem zu prüfenden Rohre. Man vermied dabei das zeitraubende Einlegen und Auswechseln des vorher erwähnten Cochrane'schen Kernes.

Eine andere Einrichtung erleichtert die Manipulation noch mehr. L. Reinhard (Dingler's Journ. 1868, 187. Hft., S. 460) beschreibt eine im k. k. Gusswerk zu Mariazell angewandte Vorrichtung zum Probiren gusseiserner Röhren, welche das Zusammenpressen der Luft auf circa zwei Atmosphären und zugleich das Heben und Senken der Röhren schnell bewirken lässt.

Dadurch, dass alle Bewegungselemente der Vorrichtung vermittelst Klauenkuppelungen mit einer Transmission in Verbindung gesetzt werden können, geschieht die Arbeit fast spontan und es sind nur kleine Verrichtungen durch die Arbeiter selbst auszuführen.

Die in der ersten Quelle, Rittinger's Erfahrungen 1866, S. 18, gegebene Abbildung ist genau und vollständig benutzbar.

Auf Taf. XXVIII sind verschiedene neuere Röhrenpressen für Röhren von 500 und 700 mm Durchmesser, sowie eine Krümmerpresse abgebildet, welche gut functioniren sollen.

Die Einrichtung und die Anwendung derselben sind leicht verständlich. Die allgemeine Anordnung der Pressen in Röhrengiessereien ist auf Taf. XXVII, Grundriss Fig. 2 ersichtlich.

Das Schwärzen der Röhren, oder das Theeren derselben nach erfolgter Prüfung, ist die letzte Operation, welche zu besprechen wäre. Sie geschah früher mit der Hand, jetzt allgemein unter Zuhülfenahme von Hebewerken, Rollvorrichtungen u. s. f. Zum Vorwärmen der Röhren gebraucht man durchgehende Muffelöfen, an deren einer Breitseite die Rohre eingeführt, an deren anderer Seite sie herausgenommen und über das Theerbad gebracht werden.

Man erreicht dadurch ein gleichmässiges und billiges Wärmen und ein besseres Anhaften des Theerstriches.

Bereits Stentz macht in seinem Reisebericht (a. a. O. S. 364) einige Bemerkungen über das Schwärzen der Röhren in England.

Das Schwärzen wurde damals in weit grossartigerem Maassstabe ausgeführt, als in den meisten deutschen Giessereien. Während hier die Erwärmung der Röhren theils auf freiem Feuer, theils auf und in Oefen erfolgt, die Schwärzung wieder theils durch Eintauchen in horizontaler Lage in einen Theerkasten, theils endlich durch Anstrich ausgeführt wurde, sobald nur die Aussenseite — ja selbst mit Ausnahme des unteren Röhrenendes, soweit es in die Muffe kommt — getheert werden sollte, erfolgte in England die Schwärzung allgemein durch senkrechtes Eintauchen in einen Theerkessel.

Unter einem leichten Dache, sonst ringsum offen, befanden sich zwei gusseiserne Gefässe, etwas tiefer als die grösste vorkommende Röhrenlänge. Das eine war von unten geheizt und vom Feuer umspült, für welches eine besondere Esse daneben sich befand, während das zweite nahe dabei gelegene den Theer enthielt. Beide waren so in den Boden eingelegt, dass ihre Oberfläche nur wenig über die Erde hervorragte und konnten durch Blechdeckel geschlossen werden.

Ueber denselben stand ein kräftiger Krahn, dessen Arm zu beiden Gefässen reichte. Es wurden nun die stärksten Röhren einzeln, die schwächeren bündelweise, je schwächer und leichter, desto mehr, durch eine Kette umschnürt, mit dieser an die Krahnkette angehängt und so in das erhitzte Gefäss gebracht. Hatten sie sich hier erwärmt, so hob man sie heraus und hing sie sofort in den Theer ein, aus dem sie nach ganz kurzem Verweilen wieder herausgezogen wurden. Unterdessen war ein neues Bündel im Heizraume, welches herausgenommen wurde, wenn der Theer auf den noch hinreichend warmen Röhren des anderen Bündels verraucht war, und so schritt auch diese Arbeit in ununterbrochener Folge schnell vorwärts, ohne viel Menschenkräfte in Anspruch zu nehmen. Nur das Zusammenlegen der Röhren in die genannten Bündel musste durch Menschen ziemlich sorgfältig gemacht werden, damit kein Rohr durch die Kette hindurchglitt, wobei das Bündel sich leicht ganz lösen und in eins der Gefässe stürzen konnte. Die getheerten Röhren wurden endlich in regelmässige Haufen nach bestimmter Zahl geschichtet. Zur Verladung gelangten sie mittelst eines Krahnes und damit verbundener Waage.[1])

3. Kapitel.

Der Bauguss einschliesslich Treppen u. s. w.

Ueber die Darstellung des Bausgusses ist wenig mitzutheilen; sie erfolgt in der Regel in gewöhnlichem Sand, und nur bei verzierten Gegenständen ist es nothwendig, eine feinere Qualität anzuwenden. Säulen und andere hohle Gegenstände aus diesem Gebiete erhalten gedrehte Lehmkerne mit starken Spindeln, bei deren

1) Guettier giebt in seinem Buche: De l'emploi pratique et raisonné de la fonte de fer 1861 auf Taf. III die Zeichnung einer Vorrichtung, um Röhren zu schwärzen — mit Ofen und Laufkrahn.

Anwendung man im Interesse der Haltbarkeit auf möglichst concentrischen Guss zu sehen hat.

Die Materialfrage spielt beim Bauguss eine hervorragende Rolle; das zum Bauguss verwendete Eisen muss haltbar sein, wo es sich um Stützen, Balken, Streben, Säulen u. s. w. handelt, und es darf auch kein starkes Schwindmaass besitzen, wenn vielfach durchbrochene Gegenstände mit schwachen Profilen und ungleicher Eisenvertheilung, z. B. Fenster und Gitter, herzustellen sind.

In welcher Weise schon durch den Modellbau diesen wenig angenehmen Eigenheiten des Materiales entgegenzuwirken ist, wurde bereits im ersten Bande bei der Besprechung der Elasticität des Eisens und in diesem Bande bei der Besprechung des Modellentwurfes ausführlich erörtert.

Bezüglich des Eisens wird es sich empfehlen, für die starken Gegenstände das grobkörnige Giessereiroheisen der deutschen, englisch-schottischen und luxemburger Werke mit Zusätzen festen deutschen oder schwedischen Eisens, gut verbunden und heiss durchgeschmolzen, anzuwenden und davon gleichzeitig Materialabfall zu späterer Benutzung zurückzulegen. (S. 77 u. 167 des I. Bandes.)

Schwache Gegenstände, z. B. Fenster u. s. w., werden bis zu einer gewissen Grösse am Besten aus gewöhnlichem Giessereiroheisen mit Zusatz gleichartigen Brucheisens gemacht; erreichen die Dimensionen grössere Ausdehnung, so dass beim Transport Biegungen und Brüche vorausgesehen werden können, so bleibt nichts übrig, als hierzu eine Mischung aus bestem schottischen oder anderem grobkörnigen Eisen mit schwedischem und deutschem Holzkohleneisen zu machen, dieselbe aber erst auf Schwindung und Festigkeit zu untersuchen. Ist die Schwindung minimal, die Festigkeit dagegen maximal, so wird man, unter Beobachtuug der öfters angeführten Vorsichtsmaassregeln beim Guss, ganz gute Resultate erzielen.

Dann muss man beim Erstarren für eine gleichmässig rasche Abkühlung Sorge tragen und stärkere Theile rasch aufdecken, während man dünnere unter dem Sande abkühlen lässt. Einfache Versuche und Erfahrungsresultate führen hier auch am ehesten zum Ziele, wenn sie verständig angestellt, bezw. benutzt werden.

Der Bauguss ist übrigens in der neuen Zeit durch steigende Benutzung von Walzeisen ausserordentlich eingeschränkt worden und wird für umfängliche Baue wenig mehr angewendet.

4. Kapitel.

Kunst- und Feinguss.

So interessant für die Kenntniss des Eisens der Feinguss auch ist, so wenig Interesse vermag er heute in der Reihe von Fabrikationszweigen zu erregen, welche den gesammten Giessereibetrieb zusammensetzen.

Das Gusseisen eignet sich im Allgemeinen weniger gut zu Luxusgegenständen, wie die übrigen Metalle, es ist schwer bearbeitbar und deshalb theuer in der Herstellung, während bei den Broncen und anderen Kupferlegirungen, Silber und Gold ganz ausgeschlossen, dem Arbeitswerthe immer ein gewisser Materialwerth gegenübersteht. Man muss, wenn der Feinguss in Eisen Resultate aufweisen soll, das Formereiverfahren möglichst ausbilden, um die Bearbeitung auf lediglich mechanische Operationen zu reduciren und alle künstlerische, d. h. eigentlich dem Ciseleur zuzuweisende Arbeit dabei zu vermeiden.

Diese Ausbildung der Formerei setzt aber grosse und anhaltende Uebung voraus, und da Eisenkunstguss nicht immer sehr verkäuflich ist, so müsste man oftmals, um diese Uebung zu erlangen, entweder für das Magazin oder ganz umsonst arbeiten. Das ist die Sachlage, welche den Aufschwung des Feingusses hindert und dazu Veranlassung gegeben hat, dass die bedeutendsten Werke, u. A. Lauchhammer, die Sorgfalt des Feingusses in die Herstellung weniger verwickelt gebauter, aber häufiger angewandter Gegenstände, Kamine, Luxusöfen, Mobiliar u.s.w. hinübertrugen und nebenher wohl Nippsachen u. s. w. fabricirten, die indessen den Gewinn nicht zu bringen pflegten und nur der Vollständigkeit wegen geführt werden mussten.

Anders ist es mit Ilsenburg am Harz; im langjährigen Besitz eines reichen Standesherrn, in Verbindung mit Staatsbehörden, den verschiedenen Hof- und Schlossverwaltungen, repräsentirt durch die Ausstattung der eigenen fürstlichen Wohnungen, war dieses Werk immer im Stande, die unübertroffene künstlerisch-technische Leitung seines früheren Giessereichefs, des alten Schott, gebührend auszunutzen und Leistungen aufzuweisen, die selbst von den Giessern in Paris, der Hauptstadt des künstlerischen und materiellen Luxus — z. B. Durenne —, nicht übertroffen werden.

Nach zwei Richtungen hin besonders ist Schott thätig gewesen; einmal in der Aufsuchung der Erstarrungseigenschaften des Eisens und dann in der Auffindung oder Herstellung eines passenden Formmateriales für den feinen Guss.

Beide Bestrebungen haben in der Literatur und Praxis stets volle Würdigung gefunden und sind auch in diesem Werke früher zur Besprechung gelangt.

Ein ausserordentlich dankenswerthes Zusammenfassen der einzelnen Erfahrungen Schott's zu einer Monographie des Feingusses, nach welchem Jahre lang verlangt worden war, hat das Jahr 1873 gezeitigt. Schott, dazu aufgefordert, liess im Engineering Vol. XV, Nr. 389 u. ff. eine Reihe von Aufsätzen erscheinen, welche in deutscher Sprache im selben Jahre bei Vieweg & Sohn als Manuscript gedruckt, feines Formen und Alles enthalten, was sich auf den Feinguss bezieht. Es sind darin die erwähnten Arbeiten über das Spiel und die Krystallisation, den Anbrand, die Formmaterialien mit einer Reihe jüngerer Betrachtungen zu einem nicht gerade einheitlichen, aber doch sehr reichhaltigen Ganzen verbunden.

Der Verfasser kann heute noch nichts Besseres thun, als den letzten Theil der Schott'schen Arbeit unverändert folgen zu lassen (S. 23 u. 24 seiner Arbeit).

Nach uns zum Theil von den damaligen Meistern selbst überkommenen Beschreibungen befolgte man beim Formen der Kunstwerke folgendes Verfahren.[1]) Man machte zweierlei Arten von Formen, bei der ersten geht das Modell verloren, indem man es als Kern benutzt. Es wird in Thon so gross gearbeitet, als der künftige Guss werden soll. Man lässt es schwinden und brennt es. Alsdann wird Wachs darüber gezogen und dieses sorgfältig ausbossirt, so dass das Modell seinen ersten Umfang wieder erhält. Hierüber wird eine feuerfeste Form gemacht, das Wachs herausgeschmolzen, und dient die dadurch entstehende Höhlung dann zur Aufnahme des flüssigen Metalles. Die andere Art ist folgende: Das Thonmodell erhält einen leichten Anstrich von Terpentinwachs und wird mit feinen Metallblättchen (wohl Stanniol, Zinnblättchen) überlegt. Dies geschieht, damit die Feuchtigkeit dem Modell nicht schade, wenn eine Gypsform darüber gemacht wird. Diese wird auf die noch übliche Weise gefertigt und dergestalt eingerichtet, dass sie in mehrere Haupttheile zerfällt, so dass man bequem etwas Wachs oder Teig hineindrücken kann, so stark, als künftig der Guss werden soll. Hierauf wird das Gerippe zu dem Abgusse des Gegenstandes von eisernen Stäben und Drähten zusammengefügt und mit feuerbeständiger Masse überzogen, so lange, bis dieser Kern jene eingedrückte Oberhaut berührt, weshalb man immer Form und Kern gegen einander probiren muss. Sodann wird jene Oberhaut aus der Form genommen, Form und Kern wechselseitig befestigt, und der Raum, den die Oberhaut einnahm, mit Wachs ausgegossen. Nun wird die Gypsform wieder abgenommen und das neue wächserne Grund- und Musterbild durchaus überarbeitet. Sodann werden wächserne Stäbe von Glied zu Glied geführt, je nachdem künftig das Metall durch verschiedene Wege zu circuliren hat, indem Alles, was künftig in der Form hohl bleiben und die Eingüsse bilden soll, an dem Modell in Wachs ausgearbeitet wird. Ueber diese also zubereitete wächserne Gestalt wird eine feuerbeständige Form verfertigt, an welcher man unten einige Oeffnungen lässt, durch welche das Wachs, wenn nunmehr die Form über ein gelindes Feuer gebracht wird, ausschmelzen kann. Ist alles Wachs aus der Form geflossen, so wird diese nochmals auf das Sorgfältigste getrocknet und ist alsdann das Metall zu empfangen bereit. So würde, um einen allgemein bekannten Gegenstand zu wählen, z. B. die zum Hildesheimer Silberfunde gehörige Minervaschale, wenn sie nicht aus Silberblech getrieben, aus welcher sie jedenfalls hervorgegangen, sondern durch Guss hergestellt werden sollte, demnach in Thon modellirt worden, ein Wachsüberzug gemacht, nachbossirt, mit einer feuerbeständigen Masse überzogen, das Wachs ausgeschmolzen und dann gegossen worden sein.[2])

Statt dessen hat nun die Sandformerei eine Stufe erlangt, dass das im Vorigen beschriebene mühselige und die geschicktesten Hände erfordernde Verfahren unnöthig geworden ist, und zu welcher Vollkommenheit dieselbe gebracht, beweisen nicht blos die (in Wien) ausgestellten Gussarbeiten Ilsenburgs, die als Specialität die Nachahmungen der für den deutschen Markt besonders passenden kleineren Objecte

1) Man sehe Goethe, Anhang zur Lebensbeschreibung des Benv. Cellini.
2) Vergl. die Schilderung S. 111.

der getriebenen und aus der sogenannten Grosserie hervorgegangenen hervorragendsten Kunstwerke u. s. w. gewählt hat, sondern besonders auch die Eisengüsse von A. Durenne in Paris, der eine andere Specialität, den Guss grosser Figurengruppen, gewählt hat.

Um nun das jetzige Verfahren mit dem der Renaissancezeit und wohl auch in ältester Zeit üblichen zu vergleichen, lässt man hier die kurze Beschreibung der jetzigen Manipulationen beim Formen der genannten Minervaschale folgen, die als ein Anhalten für die jetzige allgemein eingeführte, nach und nach herangebildete Formmethode gelten möchte. Das Modell zu der gewiss allgemein bekannten, so überaus schönen Schale mit der sitzenden Figur der Minerva, welche in der rechten Hand ein Steuerruder hält, am linken Arme einen abstehenden Schild trägt, welcher Letztere die Formarbeit besonders erschwert, ist in acht Theile zerlegt: der Rand der Schale in zwei Theile, von der der eine den oberen eingebogenen Theil bildet, die Figur in zwei Theile, die Henkel in zwei Theile und der Fuss in zwei Theile.

Es wird nun die Schale bis an den getrennten oberen Theil in ein Lehrbrett eingelegt und mit feinem Sande, und zwar bis oben hin angefüllt. Die Oberfläche wird geglättet und dann mit grobem Kohlenstaub bestreut, um das Kleben des darauf folgenden Sandes zu verhüten. Darauf wird der untere Theil des Formkastens über die Schale gesetzt, der vorstehende Rand geformt, der Kasten mit Lehrbrett umgekehrt, das Lehrbrett entfernt, der andere Kastentheil darauf gesetzt, um die Rückseite der Schale zu formen, und das den Einguss bildende Holzmodell, das mit eingeformt worden, herausgenommen.

Nach diesem werden die Theile des Formkastens wieder getrennt, das Modell wird in seinen einzelnen Theilen herausgenommen, die Form mit Wasser vermittelst einer Bürste angefeuchtet, mit feinem Sande und Kohlenstaub angestäubt, dann das Modell nochmals in die Form gelegt und die schadhaften Stellen mit einem Pinsel mit Sand oder Schwärze ausgebessert und dann die Formkastentheile wieder zusammengestellt und mit einander befestigt.

Die auf dem Boden der Schale befindliche Figur kann nicht in dieser einfachen Weise hergestellt werden. Die Form des Gewandes, des Kopfes, der Arme u. s. w. erlauben nicht das Einformen im Ganzen, sondern es muss stückweise durch Kernstücke erfolgen. Diese erfordern eine festere Consistenz des Sandes, um die Kernstücke einzeln behandeln, auseinander nehmen und wieder zusammenlegen zu können. Es wird dazu eine weniger durchlässige, aus gröberen Sandkörperchen und Thon bestehende fettere Sandmischung auf den feinen Sand, der zuerst auf das Modell kommt, gebracht. Das Verfahren ist im Allgemeinen dasselbe wie beim Gypsformen. Die einzelnen Kernstücke werden sonst in der vorgeschriebenen Weise nach jedesmaligem Abnehmen vermittelst der Bürste angefeuchtet und mit feinem Sande und Kohlenstaub angestäubt. Ein Stück folgt auf das andere, bis die ganze Figur eingehüllt ist. Nun wird das Aeussere der Kernstücke mit grobem Kohlenstaube bestreut und der Formkasten ganz mit Sand ausgefüllt, gewendet, der andere Theil aufgesetzt, um die Rückseite zu formen, wo der Einguss mit eingeformt wird.

Die Kastentheile werden nun getrennt, die Kernstücke einzeln vom Modell abgenommen, in die entsprechende Stelle (des abgehobenen und gewendeten Kastens) wieder eingelegt und mit Stiften befestigt. Schadhafte Stellen werden, wie vorher beschrieben, vermittelst des Pinsels reparirt, dann die Formkastentheile wieder zusammengestellt und befestigt. In gleicher Weise werden die übrigen Theile der Henkel und Füsse geformt.

Wenn diese Anweisungen genau befolgt und die Erzeugung des Eisens (unter der Voraussetzung der Benutzung von Holzkohlenroheisen unmittelbar vom Hochofen her, wie es seiner Zeit in Ilsenburg geschah) die Herstellung des Sandes, die Behandlung der Form nach den angegebenen Grundsätzen stattgefunden hat, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, einen gelungenen scharfen, glattflächigen Eisenabguss zu erhalten, und zeugen die von der Ilsenburger Giesserei, der Carlshütte bei Alfeld (Hannover), Königshütte am Harz, Lauchhammer, Provinz Sachsen, Mägdesprung am Harz und anderen Werken des In- und Auslandes zur Anschauung gebrachten Rohgüsse, dass solche von einer den galvanoplastischen Niederschlägen ganz gleichen Vollkommenheit sein können.

Wohl wäre, bemerkte Schott weiter, zu wünschen, dass dies schöne Aussehen den Abgüssen in Eisen, wie bei den edleren Metallen, Gold, Silber, Platin u. s. w., bewahrt bleiben könnte. Leider gehört aber das Eisen zu denjenigen Elementen, die den Sauerstoff sehr leicht aufnehmen und sich beeilen, die innigste Verbindung mit ihm einzugehen.

Schott erörtert nunmehr nach Bemerkungen über die geringe Haltbarkeit des Eisens das Verfahren, welches eingeschlagen werden muss, um dem Eisen den möglichst dauernden Schutz zu verleihen, und steht dabei, seiner Ansicht nach, der auf galvanischem Wege erlangte Ueberzug mit Metallen von geringerer Verwandtschaft zum Sauerstoff Allem voran. (Vergl. S. 445.)

Nachdem das Ueberziehen des Gusseisens, besonders mit Kupfer, dem damaligen Standpunkte der Galvanoplastik u. s. w. entsprechend besprochen und auch der sonstigen möglichen Metallüberzüge auf diesem Wege gedacht worden, rühmt Schott die in Wien 1873 später ausgestellt gewesenen verzierten Gusswaaren.

Eine besondere Vollkommenheit der Kupferüberzüge u. s. w. zeigten die damit versehenen Gusswaaren von Lauchhammer, und sah man sich veranlasst, bei dem Anblick dieser schönen galvanischen Ueberzüge dem dieselben ausführenden Beamten, Starke in Lauchhammer, die vollste Anerkennung auszusprechen. Auch die Mägdesprunger Kunstgiesserei hatte Eisen- und Zinkarbeiten mit gelungenen galvanischen Ueberzügen ausgestellt, so wie die Ilsenburger Kunstgiesserei darin nicht zurückgeblieben und mit den ausgestellten galvanisirten, theils mit Bronce überzogenen, theils patinirten Eisengüssen beweist, dass auch sie eine hohe Stufe der Vollkommenheit darin erreicht hat. Die Ilsenburger Giesserei ist im Stande, die grössten Ornamentarbeiten als Broncearbeiten erscheinen zu lassen, wie die Ausführung sehr grosser Arbeiten, z. B. bei der neuen Börse, der neuen Synagoge, dem neuen Rathhause in Berlin und viele andere, beweist. Fast sämmtliche dort als Bronceguss auftretenden Gegen-

stände sind in Ilsenburg in Eisen gegossen und galvanisch broncirt worden.

Mit Sicherheit konnte hiernach eine weitere und noch mehr befriedigende Vervollkommnung da erwartet werden, wo die allerdings grossen Schwierigkeiten, die mit der Ausführung verbunden, und die Kosten der Einrichtung, der Metalllösungen u. s. w. nicht gescheut und vor Allem die Versuche durch die Kenntnisse der neueren Entdeckungen und Erfindungen darin wirksam unterstützt werden können.

Bezüglich des mit dem galvanischen Metallniederschlag concurrirenden Oudry'schen Verfahrens (S. 446) wird bemerkt, dass die sich bildende, infolge der dem Processe gelassenen Zeit ziemlich starke Kupferhaut, wenn sie vor äusseren Verletzungen geschützt ist, wohl einen dauernden sicheren Schutz gegen das Rosten böte, aber das erstere doch zu leicht entstehe (wie das Herabhängen einzelner Kupferfetzen an den genannten Kandelabern zeigt), dieses Schutzmittel nur da zu empfehlen und anzuwenden sei, wo das eiserne Gussstück gegen jede äussere Verletzung gesichert aufgestellt und aufbewahrt werden kann.

Ueberdies litten die Schärfe und das saubere Aussehen des Gusses ungemein durch das nothwendige dicke Auftragen der Mennigfarbe und bekommt derselbe das Ansehen der Gusswaaren, welche von ungeübten und ungeschickten Händen erzeugt werden.

Die galvanischen, direct auf die gereinigte Eisenfläche niedergeschlagenen Metallüberzüge würden deshalb da, wo eine Sicherung gegen äussere Verletzungen nicht gegeben ist, unter allen Umständen vorzuziehen sein. Diese Art und Weise besässe ausserdem den grossen Vorzug, dass man ganz Herr der Farbe und nach Stärke des elektrischen Stromes im Stande sei, aus derselben Lösung sämmtliche Broncenüancen und die anderer Kupferlegirungen niederzuschlagen, wenn der Elektrolyt sämmtliche dazu nöthigen Metalle, die dem Kupfer zu den verschiedenen Broncen und Legirungen zugesetzt werden müssen, enthielte. Der stärkste Strom würde das Zink, der schwächste das Kupfer vorwalten lassen.

Es war Schott seiner Zeit die Aufgabe gestellt worden, Röhren zu Grubenzwecken von circa 18 Zoll Durchmesser, welche bestimmt waren, in schwefelsäurehaltige Wässer eingesenkt zu werden und deshalb eines besonderen Schutzes gegen das Rosten bedurften, versuchsweise mit einem Kupfer-, einem Zinn- und einem Zinküberzuge zu versehen. Das Gelingen scheiterte an der unvollkommenen Reinheit der Oberfläche und der Beschaffenheit des infolgedessen nicht dicht geschlossenen Ueberzuges. Man war gezwungen, einen aus dem Sauerstoffe nicht zugängigen Elementen hergestellten farbigen Ueberzug in Vorschlag zu bringen, der noch späterhin im Fall des Gelingens öffentlich besprochen werden sollte.

Als der beste Ueberzug, als Schutzmittel gegen das Rosten wird die Emaillirung genannt, und als recht erfreulich bezeichnet, so grosse Fortschritte darin wahrnehmen und selbst sehr grosse Gegenstände, wie grosse Kessel, sogenannte Holländer für Papierfabriken, Badewannen u. s. w., durch Emaille geschützt zu sehen. Leider erschwerten nur die mit der Herstellung verbundenen Kosten die allgemeinere Anwendung,

welche nach Schott's Ansicht nur auf die genannten Gefässe und verwandte Objecte beschränkt bleiben würden und beschränkt bleiben müssten, da es doch Aufgabe (der Metallconstructeure) sei, dem Eisen sein metallisches Ansehen zu bewahren und zu erhalten.

Es ist bekannt, wie in der Neuzeit das Emailliren verzierter Oefen in Majolikamanier sich verbreitet und vervollkommnet hat, aber sehr geheim gehalten wird, so dass Seite 450 nichts Verlässliches über diese künstlerische Emaillirung mitgetheilt werden konnte.

Nach einem Hinweis auf die Unzulässigkeit der Nachahmung anderer nicht metallischer Materialien in den Ueberzügen auf Gusseisen kommt Schott auf die damals beginnende Benutzung des Nickels als Ueberzugsmittel, das ihm wegen seiner so geringen Verwandtschaft zum Sauerstoff besonders befähigt erscheint. Der in einer verdünnten ammoniakalischen Nickelsulfatlösung galvanisch niedergeschlagene Metallüberzug hätte allerdings eine weissgraue, nicht unangenehme Farbe, würde aber schon damals aus eben angegebenem Grunde selbst bei gewöhnlicheren Gussstücken als schützender Ueberzug häufiger angewendet, da er an der Luft und selbst an feuchter Luft bei der gewöhnlichen Temperatur nicht oxydirte.

Die gleichzeitig versuchten, mit Aetzkali durch aus Chlorverbindungen hergestellten Zinn- und Zinklösungen gewonnenen Zinn- und Zinküberzüge gäben dem Eisen gleichfalls schützende Deckungen, und sei deren Anwendung auch bereits eine sehr grosse geworden.[1])

Soll nun aber nach Schott der Eisenguss ein werthvolleres, prächtigeres Ansehen gewinnen, so müsse zum Ueberzuge mit Gold und Silber geschritten werden. Beide Metalle könne man aus Cyanlösungen festhaftend direct auf Eisen niederschlagen; sie würden aber auf diesem Wege nicht das gewünschte reine Ansehen gewinnen, wie die auf Kupfer oder Messing niedergeschlagenen besässen, sondern immer einen etwas schmutzigen Ton zeigen. Es sei daher nöthig, die eisernen Gegenstände zuvor mit einem je nach dem gewünschten helleren oder tieferen Tone rötheren oder gelberen galvanischen Bronceüberzuge zu versehen. Sei ein solcher sauber hergestellt, so könne man sich auf die besten Erfolge Rechnung machen.

Zum Reinigen der Oberfläche der gegossenen eisernen Gegenstände bediene man sich eines stark verdünnten Schwefelsäurebades, in das man die Gegenstände, aber nur möglichst kurze Zeit, einhänge. Sofort nach der Herausnahme bringe man sie in ein Bad von Kalkmilch und lasse sie längere Zeit darin, um Gewissheit zu haben, dass alle freie Säure entfernt ist. Nach der Herausnahme behandele man sie mit aus Eisen- oder Messingdraht gefertigten Bürsten, und zwar mit rechter Ausdauer und Sorgfalt. Ein kräftiges, namentlich rasches Behandeln der Gegenstände sei durchaus zur Herstellung sauberer Oberflächen, sowie selbstverständlich auch der galvanischen Ueberzüge nöthig.

Die schon erwähnten broncirten, vergoldeten, versilberten, vernickelten, verkupferten u. s. w. Gegenstände wurden derselben Behandlung mit

1) Verzinkung auf diesem Wege wie auf dem der heissen Oberflächenlegirung kann aber Schott kaum für Kunstgusswaaren als geeignet angesehen haben.

Messingdrahtbürsten oder anderen Behandlungen noch unterworfen, je nachdem man blanke oder mattirte Oberflächen haben wollte.

Ganz glatte Flächen, die eine Politur zuliessen, wurden auf den Polirbänken mit solcher versehen, am Besten nach dem Verlassen des Kalkmilchbades. Die Politur bei vergoldeten und versilberten Gegenständen sei die bekannte mit Polirsteinen, welcher vor der Galvanisirung noch die Politur mit dem Polirstahl vorhergehen müsse.

Nach Besprechung der gewöhnlichen Oelfarbenvergoldung und der bei derselben anzuwendenden Vorsichtsmaassregeln gelangt Schott zur Broncirung mit pulverförmigen Substanzen.

Die künstliche Broncirung mit Broncepulver, welche ebensolche mit Firniss- und Lackfarben gefertigte Unterlagen, wie bei der Oelvergoldung, haben muss, würden mit der Zeit stets unansehnlich und verlören das metallische Ansehen. Um dies zu verhüten, bedürften sie nothwendig eines Lackfirnissüberzuges, der ihnen aber den metallischen Glanz nehme und eine Art von Glasglanz gebe, und deshalb auf Eisen nur noch wenig Anwendung finde. Es seien zwar verschiedene Verfahren eingeführt, um eine künstliche Broncirung und Nachahmung des antiken grünen Patinaansehens herzustellen. Am weitesten seien nach Schott die französischen[1]) Maler darin gekommen, welche fast Unglaubliches in Nachahmungen leisteten.

Man denke nur an die, Marmor und Holz täuschend nachahmend auf Zinnblättern (Stanniol) aufgetragenen Malereien mit dem dem imitirten Gegenstande eigenthümlichen besonderen Glanze in dem kleinen Pavillon der französischen Ausstellung in Wien, welche die Fabrik für peinture decorative sur feuilles d'étain 12. rue de Rocroy zu Paris ausgeführt hatte. Auch an anderen Orten seien jetzt recht geschickte Hände thätig und mehrere Eisengiessereien hätten mehr oder weniger gelungene Versuche darin gemacht (Ilsenburg, Wasseralfingen, Lauchhammer u. s. w.).

Für ganz glatte Flächen könnten beim Eisenguss auch dieselben Anstriche, wie bei Lackirarbeiten, welche aus Blech hergestellte Arbeiten geschmackvoll verzieren, angewendet werden, und gelte für dieselben das bekannte, bei den Lackirarbeiten angewendete Verfahren. Auch hierbei hängt von der vorsichtigen und richtigen Behandlung des Untergrundes der Schutz gegen das Rosten ab.

Dabei kommt Schott auf die 1873 in Wien zuerst wohl in grösserem Maassstabe aufgetretene Diamantfarbe, bekanntlich eine blaugraue Mischung von zink- und bleihaltigen Substanzen, zu sprechen, deren Haltbarkeit und gutes Aussehen er sehr rühmt.

Die nunmehr folgenden Ausführungen über Benutzung von Anlauffarben, wie sie besonders Reuleaux bei seinen bekannten kinematischen Modellen angewandt hatte, sind für die Giessereipraxis nur zur Herstellung von Beschlägen benutzbar, da sie am Besten auf polirtem Stahl hervorgerufen werden.

Das Verfahren ist ja an sich ein sehr einfaches und beruht darauf, dass nach den verschiedenen Erwärmungsgraden die schönsten, theils gelben, bronceähnlichen Farbentöne (wie diese

1) Auch in Brüssel und a. a. O. wird diese Art von Malerei mit der grössten Gewandtheit ausgeführt.

eine amerikanische Ausstellung 1867 in Paris in überraschender Weise gezeigt haben soll) den Stahl- oder Eisengegenständen gegeben werden können, theils blaue, dunkelblaue und tief schwarze, wie Letztere die nach Reuleaux's Anweisung gefertigten Ueberzüge in besonderer Schönheit zeigen. Zu dieser Färbung ist nöthig, den Gegenstand bis braunroth glühend zu erhitzen, so dass Papier darauf gehalten gelblich wird, dann Leinöl aufzutragen und den Gegenstand möglichst rasch abzureiben. Ein einfacher Apparat zum gleichmässigen Erwärmen besteht in einem mit Gestell versehenen weiten Roste, unter welchem am Besten durch untergeschobene Petroleumbrenner die nöthige Temperatur für die an dem Gestell darüber aufgehängten Gegenstände hervorgebracht wird, und zwar so, dass eine genaue Beobachtung und die schleunigste Entfernung im richtigen Momente stattfinden kann. Dieses Verfahren, was hier nur kurz angedeutet werden konnte, soll dem in einem erhitzten Sandbade bei weitem vorzuziehen sein. Bei Anwendung des Leinölfirnisses wird bekanntlich häufig übersehen, dass solcher als Säure auf das Eisen wirkt, und ist es ein grosser Irrthum, wenn man z. B. glaubt, beim Einpacken eiserner Sachen durch mit Leinölfirniss getränktes Papier einen Schutz gegen Einwirkung eindringender Nässe zu gewinnen. Sie werden auch ohne Feuchtigkeit durch die dem Oele anhaftende Fettsäurewirkung mit Rost sich überziehen, und sind manche Verluste Folge dieser unbeachteten Einflüsse gewesen.

Im Folgenden berührt Schott ein Verfahren, das die Gräflich Stolberg-Wernigerodische Factorei zu Ilsenburg anwendete, als deren Beamter, der Berichterstatter selbst, ein gegen Rost leidlich schützendes Beizverfahren, das dem Eisen einen ansprechenden grauen warmen Farbenton verlieh, erfunden hatte, und das später noch keine andere Giesserei nachzuahmen im Stande gewesen sei. Die Ilsenburger Kunstgüsse besitzen thatsächlich oft einen bleigrauen, recht ansprechenden Ton, der durch andere Mittel im Eindruck noch verstärkt werden kann.

Ganz werthvoll sind noch die folgenden Schott'schen Angaben über Reinigen durch Rost verdorbener eiserner Kunstgegenstände.

Um gebeiztes oder mit galvanischem Ueberzuge versehenes Eisen von entstandenen Rostflecken zu reinigen, bediene man sich am Besten des Benzins, durch welches sie leicht entfernt werden könnten. Das nach dem Verdunsten eintretende matte Ansehen wird durch starkes Abreiben mit einem wollenen, stark mit gelbem Wachs getränkten Läppchen gehoben, nachdem der Gegenstand bis etwas über Handwärme erhitzt worden ist.

Ein vorzügliches Mittel gegen das Rosten des Eisens, wenn man einmal Missbrauch treiben und von dem Grundsatze abgehen will, dass dem Eisen sein metallisches Aussehen bewahrt bleiben muss, wird dennoch, da unter besonderen Umständen doch Gebrauch davon gemacht werden kann, z. B. zu Sockeln und Untersätzen u. s. w., noch angeführt.

Es ist dies das sogenannte, wenig bekannte Absanden.

Das Gussstück empfängt dazu einen Untergrund von mit Leinölfirniss angeriebener rother Mennigfarbe. Ist derselbe recht aus-

getrocknet, so wird eine Farbe aus Zinkblende, die bereits so fein zertheilt in den Handel kommt, dass sie mit Leinölfirniss gemischt eine sofort brauchbare, schöne steinfarbige Farbe bildet, darauf gestrichen und mittelst eines Beutels sofort Sand von beliebiger grauer, weisser oder rother Farbe stark darauf gestäubt, oder die gestrichene Fläche mit solchem Sande stark beworfen. Ist dieser Ueberzug mit dem Sande fest angetrocknet, so wiederholt man den Zinkblendeanstrich, sowie den Sandüberwurf. Solcher Ueberzug widersteht angeblich den Witterungseinflüssen die längste Zeit und kann auch als Schutzmittel für Holz verwendet werden.[1])

5. Kapitel.

Der gewöhnliche Maschinenguss, einschliesslich der Kesselarmaturen.

Der gewöhnliche Maschinenguss geschieht, sobald nicht grössere Massen von Guss beansprucht werden, in Sandformen unter Anwendung von Lehmkernen, wo Höhlungen von einiger Ausdehnung vorkommen.

Wird, wie gewöhnlich, eine ausgedehntere mechanische Bearbeitung, Ausdrehen, Hobeln, Bohren u. s. w. mit dem betreffenden Gegenstande vorgenommen, so ist es gerathen, die Formen in Masse herzustellen, selbst bei kleineren Gegenständen, z. B. Dampfcylindern. Wo ausgezeichnete Sande existiren, welche bei grosser Festigkeit doch so porös sind, dass sie nur leicht übertrocknet zu werden brauchen, um anwendbar zu sein, z. B. die in Bd. I, S. 425 angeführten sächsischen Formmassen, nimmt man derartige vorzugsweise zum Maschinenguss.

Hauptprincip ist, Bearbeitung zu ersparen, also muss der Maschinenformer so arbeiten, dass unter der Gusshaut der zu bearbeitenden Stellen keine Fehler sich finden, die ein nochmaliges Ueberziehen mit dem Stahle nothwendig machen und trotzdem leicht das Stück unter den Ausschuss verweisen. Man kann dagegen auch in einer guten Form ein schlechtes Gussstück erzielen, sobald man auf das Gussmaterial nicht gebührende Rücksicht nimmt.

Besonders für den Maschinenguss gebraucht man bekanntlich sehr verschiedenartige Qualitäten, je nach der Bestimmung der Stücke, die abzugiessen sind. (Vergl. die niederrheinisch-westfälischen Versuche Bd. I, S. 173.) Für kleine Stücke, mehr zusätzlicher Natur im Maschinenorganismus, für inerte bewegte Massen (Schwungräder), unbewegte Maschinentheile, die nichts zu übertragen haben, kann man mit gewöhnlichen Mischungen auskommen. Für starke Sachen ohne grosse Bearbeitung, Ständer, Rahmen, Sohlplatten u. s. w. ist ein festes, nicht zu feinkörniges Eisen erforderlich; Cylinder und Kolben

1) Die von der Gesellschaft Vieille Montagne (Angleur bei Lüttich) eingeführte Malerei mit Zinksilicat dürfte gleiche Resultate geben, hat aber wegen der Schwierigkeit der Ausführung Verbreitung nicht gefunden.

verlangen neben Festigkeit auch noch dichte Textur und eine gewisse Härte. Bewegte und übertragende Maschinentheile, Rädergetriebe, Walzwerkstheile u. s. f. erfordern den höchsten Grad der Festigkeit, neben gleichmässiger Textur und guter Bearbeitbarkeit.

Für diese verschiedenen Fälle ist die geeignete Mischung aus den disponiblen Eisensorten herzustellen, wobei bestimmte Vorschriften nicht wohl gegeben werden können. Jedenfalls ist, namentlich bei härteren Mischungen, eine Prüfung der Festigkeit des Gemisches wie der einzelnen Sorten nothwendig.

Vielfach ist hier ja mit grossem Erfolge der Stahlformguss in Wettbewerb mit dem blossen Eisenguss getreten und giebt für stark und ungleich beanspruchte Theile die günstigsten Resultate, allerdings unter entsprechender Steigerung der Kosten.

6. Kapitel.

Der massive Guss aus gewöhnlichem Eisen.

Eigentlich noch zum Gesammtgebiet des Maschinengusses gehörig, aber wegen specieller Behandlungsweise doch unterscheidbar, werden hier solche Aufgaben zu besprechen sein, welche die Schmelzung und Benutzung von sehr bedeutenden Gussmassen in relativ kurzer Zeit verlangen und deshalb nur unter besonderen Bedingungen gelöst werden können.

Dahin gehört in erster Reihe die Herstellung von Hammerklötzen und Ambosstheilen; beide Gegenstände erreichen in der neuesten Zeit, wo die Stahl- und Eisenwerke so bedeutend erweitert worden sind und die Grösse der Hülfsmittel noch fortdauernd wächst, ein sehr hohes Gewicht und verlangen besondere Giessmethoden.

Die Hauptschwierigkeiten hierbei bildeten anfangs zwei Erfordernisse: 1) die anfängliche Herstellung einer so grossen Roheisenmenge, dass sie nicht schnell erstarrt, und 2) die hinlänglich rasche Nachlieferung von Eisen, damit an der Oberfläche der Stücke eine Gusshaut sich nicht bilden konnte, ohne dass sie von frisch zulaufendem Eisen gehoben würde.

Die Herstellung der Form und das Entfernen des fertigen Gegenstandes verursachten geringere Schwierigkeiten; im Bezug auf den letzteren Punkt hat man sich sogar entschlossen, die kaum zu transportirenden Ambossklötze für Hämmer von 30000 kg und darüber in der Ambossgrube selbst auf gemauertem Fundament herzustellen und — stehen zu lassen oder, falls eine andere Gusslage beliebt wurde — einfach zu wenden.

Das Formmaterial besteht für derartige Dinge aus gutem Lehm, für die grössten Abmessungen jedoch am Besten aus gebrannten feuerfesten Ziegeln, welche mit Chamotte gebunden und mit Eisen verankert sind; ausserdem ist die ganze Form fest einzudämmen und mit Beschwerungen zuzudecken. Bei hohem Druck muss das Ganze in

einfache oder doppelte eiserne Kasten verschlossen und gut verschraubt werden.

Die Abkühlung des Gusses muss in der Zeitdauer möglichst beschränkt werden, es wird so kühl als es irgend angeht gegossen, so dass die Abkühlungszeit kein zu starkes Schwinden hervorrufen kann.

Wenn diese Güsse zu stark sich zusammenziehen, bilden sich zahlreiche, wenig sichtbare Risse aus, welche die Festigkeit ausserordentlich beeinträchtigen.

Was die Schmelzapparate anbetrifft, so ist deren Art gleichgültig, wenn sie nur im Stande sind, die Anfangsmenge zu liefern; da man das Eisen nicht heiss vergiessen darf, sondern so kalt als möglich, so kann man mehrere Male aus einem Ofen in ein Reservoir abstechen, um jenes erforderliche Quantum zu erhalten und bekommt es immerhin heiss genug.

Man wählt heute ausschliesslich den billiger arbeitenden Cupolofen und wendet denselben bei einem solchen Guss in mehreren Exemplaren an.

Im ersten und auch in diesem Bande ist bereits bei Gelegenheit der Ireland'schen Oefen (Bd. I, S. 531, Bd. II, S. 118) eine Cupolofenconstruction beschrieben und auch abgebildet worden, welche vor fast 30 Jahren bei Anlage zweier Oefen ausreichte, um in einer Zeit von 10—11 Stunden 220 Tonnen Metall, mit Einschluss von 8 Tonnen Stahlbrocken, niederzuschmelzen.

Man hat häufig dem Ireland'schen Ofen den Vorwurf gemacht, dass er zu scharf schmelze, und empfahl deshalb andere Constructionen.

In den Eisengiessereien grosser Stahlwerke und Maschinenfabriken, z. B. Krupp u. A., wo sehr viel Massivguss ausgeführt werden muss, bediente man sich früher einfach conischer Cupolöfen, welche sich nach unten um etwas nur erweiterten und mehrere Vertikalreihen Formen hatten, um verschiedene Niveaus halten zu können. Die Schachtdimensionen betrugen 1,500—2,200 m bei einer Höhe von 4,0—4,5 m, so dass man hierbei mit den grössten Cupolöfen, die in Eisengiessereien existiren, zu thun hat.

Die Cupolöfen der neueren Stahlwerke sind bekanntlich noch weit mächtiger bemessen und dürften auch noch mehr leisten.

Das Gleiche leisten die grossen Oefen der Panzergiessereien, wie sie z. B. Krupp und das Grusonwerk in Buckau benutzen.

Einen eigenthümlich gestalteten Cupolofen für derartige grosse Schmelzen, 2,5 m lang, 0,70 m breit im Schachte, hatte Ledebur zum Giessen einer 80000 kg schweren Chabotte construirt und dabei zwei Reihen Düsen über einander auf den Langseiten des Querschnittes angewandt.

Die untere Reihe enthält je drei Düsen von 20 cm Weite, die obere dagegen je sechs Düsen von 10 cm Weite, die gegenseitig abwechselnd standen, wie bei dem Rachette'schen Schachtofen.

Die Gichten bestanden aus 75 kg Cokes und 1050 kg Roheisen und es wurden 7000 kg Eisen in der Stunde geschmolzen.

Zum Formen selbst bedient man sich naturgemäss keines Modelles; es ist die einfachste Lehmformerei, nur dadurch etwas schwierig, dass es darauf ankommt, die Forminnenflächen hervorragend feuerfest herzustellen.

Die Eingüsse sind so anzuordnen, dass der Eisenstrahl nicht normal auf eine Innenfläche auftreffe; ist dieses beim besten Willen nicht zu vermeiden, so muss man in die Form an den gefährdeten Stellen Eisenplatten legen, die zwar aufgezehrt und geschmolzen werden, doch aber den ersten Anprall aushalten.

Kleine Brocken von gutem, der Beschaffenheit des Gussmaterials entsprechenden Eisen kann man überhaupt in die Form werfen, lieber natürlich noch in das zum Guss dienende Vorbecken, um das Eisen noch besser zu kühlen.

Man giesst so langsam als möglich und hält, bei offenen Formen, die Oberfläche des flüssigen Gusses durch Kohlendecken u. s. w. so warm, dass sie nicht leicht fest werden kann; auch versucht man das Eisen etwas zu bewegen, mindestens in den Vorbehältern, um da schon das Erscheinen suspendirter Krystalle zu veranlassen. Man schöpft alle festen Ausscheidungen grösseren Umfanges heraus und beseitigt so den Anlass zu löcheriger Textur u. s. w.

Durch die Wahl siliciumärmerer und hellerer Eisensorten arbeitet man dieser Neigung des Gusses am Besten entgegen.

Die Luft aus geschlossenen Formen lässt man wie bei jedem Lehmguss erst dann anzünden, wenn sie eine gewisse Geschwindigkeit erlangt hat. Uebrigens ist bei einem so grossen und in feuerfesten Formen dargestellten Guss die Gasentwickelung aus der Formsubstanz verhältnissmässig sehr unbedeutend.

Offene Formen deckt man mit eisernen, lehmbestrichenen Hauben, um die Hitze zurückzuhalten und das Dach des betreffenden Raumes zu schonen.

Beim Erstarren giesst man fleissig frisches Eisen nach, so lange sich das Bestreben des Saugens zeigt, und überlässt dann das Gussstück dem Erkalten, das naturgemäss sehr lange dauern kann (1—3 Monate).[1])

Die Herstellung solcher Stücke ist oftmals Gegenstand ausführlicher Beschreibungen gewesen, und um einen ungefähren Begriff eines solchen Vorganges zu geben, mag hier die Schilderung eines solchen folgen.

Der Ambossstock oder die Chabotte, zu einem doppeltwirkenden 50 Ton-Hammer bestimmt, sollte ein Gewicht von 500 Tons erhalten. Nachdem das Pfahl- und Mauerfundament in gewöhnlicher Weise fertig gemacht und ausgetrocknet worden war, errichtete man zunächst den viereckigen, starkwandigen Formkasten von zweizölligen Eisenplatten, deren gegenseitiger Zwischenraum mit Formsand vollgestampft wurde.

Dann wurde der Boden der Form durch vier Ziegellagen, auf dem Fundamente selbst aufliegend, hergestellt und sorgfältig getrocknet; darauf kam, unter Aussparen von Luftkanälen, ein Pflaster von vier Reihen feuerfester, zunächst horizontal gelegter, darüber aber, wie in einem Hochofenboden, steilrecht gestellter Ziegel, durch Chamottemasse genau verbunden.

1) Ein seiner Zeit G. Bell und R. Luthy zu Bolton (Lanc.) geschütztes Verfahren, hierbei luftleere Formen anzuwenden, hatte wenig Erfolg. (Dingler's Journal 1866, I, S. 360.)

Dann wurden die Seiten aufgemauert und mit Sand hinterstampft, in welche eine Reihe eiserner Rohre zu liegen kamen, welche die Luft aus der Bodenmasse ziehen sollten.

Während nun die offene Form, wie eben berichtet, hergestellt wurde, beeilte man die Aufstellung von vierzehn Mackenzie'schen Cupolöfen und die Vorbereitung von drei Gebläsen, da jeder der Oefen bei der beabsichtigten und schon erprobten Anwendung von Anthracit circa 4000 Cubikfuss oder über 100 cbm Luft brauchte.

Es waren vorhanden:

1) 1 horizontale Maschine von 150 Pferdekr. mit 4 Blasecylindern, à 1,95 m Durchmesser und 2,100 m Hub.
2) 1 vertikale Maschine von 60 Pferdekr. und 2 Blasecylindern, à 1,80 m Durchmesser und ebenfalls 2,10 m Hub.
3) 1 ganz neue Maschine mit 2 Cylindern, à 2,40 m Durchmesser und 2,25 m Hub.

Die Schmelzmaterialien bestanden in:

70 560 kg	Anthracit,
57 120 „	Cokes,
127 680 kg	Brennstoff und
893 200 „	Eisen aus Magneteisensteinen.

Am 26. Januar 18.. um 3 Uhr 15 Minuten früh wurden die Oefen angezündet, um 3 Uhr 45 Minuten wurde eine Maschine angelassen, 10 Minuten später die zweite und noch 10 Minuten später die dritte Maschine.

Das Schmelzen begann um 4 Uhr 5 Minuten, sowie das Schliessen der Stiche; nach 3 Minuten war das Eisen da und wurde in die Form laufen gelassen.

Nach zweistündigem Schmelzen, um etwa 6 Uhr, wurden die Oefen gereinigt und diese Operation um 7 Uhr 40 Minuten beendet; andere Arbeiten hielten noch drei Stunden auf, so dass erst um 10 Uhr 35 Minuten weiter geblasen wurde. Um 3 Uhr Nachmittags war die zweite Unterbrechung des Schmelzens, und es standen zu der Zeit schon 3 m Eisenniveau in der Form, entsprechend 440 000 kg circa.

Abends 7 Uhr 25 Minuten ging die Füllung der Oefen von Neuem an, um 10 Uhr 35 Minuten wurde angeblasen und um 11 Uhr 15 Minuten kam das erste Eisen; der Guss wurde nun bis 4 Uhr 3 Minuten früh fortgesetzt und abermals gereinigt. Für den durch Messung sich ergebenden Rest von 12 000 kg Eisen wurden nur noch zehn Oefen in Betrieb erhalten und um 5 Uhr 26 Minuten in Betrieb gebracht; dieser letzte Guss dauerte von 7 Uhr bis 7 Uhr 21 Minuten, nachdem das Eisen in den Oefen angesammelt worden war.

Nach Vollendung des Abstiches war die Oberfläche mit Kohlenstaub bedeckt worden, und nach zwei Tagen war erst eine dünne Kruste entstanden, welche, durchgeschlagen, das eigenthümliche Phänomen zeigte, dass, im Anfang wenigstens, das flüssige Eisen, unter dem Contractionsdruck der äusseren Hülle stehend, aus der gemachten Oeffnung hervorsprudelte.

Die Temperaturmessungen ergaben eine äusserliche Abnahme von 40° C., dann von 30°, endlich 14° per Tag.[1])

1) Siehe auch Iron Age vom 4. November 1880.

2. Abschnitt.

Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine Veränderung des gewöhnlichen Materiales von vornherein nothwendig ist oder nach dem erfolgten Gusse stattgefunden hat.

Die hierher gehörenden Erscheinungen sind bereits mehrfach besprochen worden; die Darstellung besonders fester Eisensorten durch Flammofenschmelzung mit längerem Aufenthalte des Eisens im Ofen, die Fabrikation der Walzen aus Eisengemischen und aus gefeintem Eisen, die Ausführung der verschiedenen Hartgüsse sind schon mannigfach berührt worden.

Noch gehören in diese Abtheilung die Anfertigungsmethoden von schmiedbarem Gusse.

Bei der nachstehenden Charakteristik der einzelnen Fabrikationszweige theilt sich der Stoff am Besten wie folgt:

1) die Herstellung von Walzen zur Metall-, Papier- und Zeugbearbeitung;
2) der Geschützguss;
3) der Hartguss zum Kriegs- und Eisenbahnbedarf;
4) die Herstellung des schmiedbaren Gusses.

1. Kapitel.

Die Herstellung der Walzen zur Metall-, Papier- und Zeugbearbeitung.

Man unterscheidet, wie das schon vielfach angedeutet wurde, weiche Walzen und harte Walzen.

Die letzten werden meistens mit glatter Bahn dargestellt und sind nach der Begriffstheilung der Walzarbeit weniger Streckwalzen als Vollendungs- oder Polirwalzen. In dieselbe Kategorie gehören die Münzwalzen, die Walzen zur Papier- und Textilindustrie u. s. w.; im Bezug auf die kleineren Dimensionen solcher Walzen hat schon frühzeitig der Stahlguss dem Gusseisen eine gewisse Concurrenz gemacht und Stahlwerke machen immer häufiger ihre Walzen aus Mischungen von Stahl und Roheisen oder aus Flussstahl selbst.

Das Gebiet der Walzengiesserei theilt sich nach Material und Apparaten in zwei Abschnitte:

A. Die Darstellung und der Guss von weichen Walzen.

B. Die Darstellung und der Guss von Hartwalzen.

Im Anschluss an die Behandlung des letzten Kapitels wird dann noch die Ausführung der Dreharbeit bei den Hartwalzen betrachtet, welche für die Walzenfabriken von einiger Wichtigkeit ist.

A. Die Darstellung und der Guss von weichen Walzen.

Das Material der weichen Walzen ist vorwiegend ein halbirtes Eisen von feinhakigem Bruch, dessen Farbe sich nach der Grösse der Walzen richtet; grosse, schwere Walzen können eine härtere, hellfarbige Mischung gebrauchen, mittlere und kleine Walzen verlangen ein weicheres graues Material.

Erste Anforderung an dasselbe neben einer ausreichenden Festigkeit bleibt aber unter allen Umständen die höchste Gleichmässigkeit des Kornes und Gefüges; alle Unregelmässigkeiten, besonders in der Vertheilung der Graphitausscheidung, sind dem Erfolge der Arbeit nachtheilig, denn sie bedingen eine ungleiche Widerstandsfähigkeit der Oberflächen im Verlauf des Gebrauches.

Diese Gleichmässigkeit (die selbstredend nicht wörtlich aufzufassen ist, sondern nur für alle Stellen einer gleichconcentrischen Schicht gilt, da das Korn sich mit seiner Lage zur Achse ändert) wird am Besten erreicht, wenn man ein Roheisen von der bestimmten Qualität einschmilzt und daraus die Walzen giesst, oder wenn ein sehr graues Eisen eingeschmolzen und theilweise gefeint[1]) zum Gusse verwendet wird. Muss man, wie wohl in den meisten Fällen, Mischungen anwenden, so empfiehlt es sich, auf die vollkommenste Gleichmässigkeit derselben zu achten und vor dem Gusse alle etwa auftretenden halbfesten Ausscheidungen zu beseitigen.

Die vollkommenste Legirung oder Mischung wird erreicht:

wenn die Bestandtheile nicht sehr verschiedenartig sind, oder wenn sehr verschiedenartige Bestandtheile durch andere vermittelt werden (ein weisses splittriges Eisen und ein grobkörniges Giessereiroheisen geben, zusammengeschmolzen, keine innige Legirung, es muss ein halbirtes Eisen als Vermittelung beider zugesetzt werden);

wenn die sämmtlichen Bestandtheile sehr hitzig eingeschmolzen worden sind und im Schmelzapparat fein vertheilt auf einander wirken konnten. (Ein schlechter Schmelzapparat kann also nicht gut zum Walzengusse aus verschiedenen Componenten verwendet werden, sondern es muss ein guter Ofen dazu da sein, wenn genügende Resultate erreicht werden sollen.)

Aus den späteren Beispielen erhellt die übliche Praxis der Giessereien.

Die Formarbeit selber wurde früher mit Modellen betrieben, später und heute ausschliesslich mit Schablonen, wie dieses bereits S. 277, Fig. 138a und b dieses Bandes erläutert wurde.

Diese Schablonirmethode erlaubt es leicht, Kaliber einzudrehen und so die später durch Drehen abzunehmende Gusshaut auf

1) Unter dem jetzt wenig mehr gebrauchten Ausdrucke „Feinen" verstand man das Verändern des grauen Roheisens vor seiner Verwendung im Puddelofen. Das Feinen geschah in besonderen Oefen und bestand hauptsächlich in der Oxydation des Siliciums und der dadurch bewirkten Abnahme des graphitischen Kohlenstoffes. Für den Walzenguss durfte die Feinung nur eine theilweise sein.

ein Minimum zu reduciren. Wo allerdings der Kaliberumriss normal zur Achse der Walze ist, d. h. an den Seitenflächen der Stiche, setzen sich leicht Unreinigkeiten an, besonders an die obere beim Gusse waagerecht liegende Fläche, und man muss letztere nach dem Walzenmittel hin ein wenig conisch machen; wird indess scharf, besonders mit tangentialen Eingüssen und wirbelnder Bewegung des Metalles gegossen, so verschlägt es weniger und es bleibt an dem Formmantel selten etwas sitzen.

Bei der Zubereitung der Formmasse ist auf möglichste Magerkeit Rücksicht zu nehmen; jede fette Masse zerreisst und zerspringt leicht, so dass die Walze nachher mit zahlreichen verzweigten Nähten auf der Oberfläche bedeckt erscheint. Ebensowenig darf die Masse an das Eisen anschmelzen, da sonst ein Behauen der schadhaften Stellen nothwendig und das Abdrehen sehr aufgehalten wird.

Je genauer eine Walzenform vorbereitet ist, um so mehr erspart man Bearbeitungskosten und um so dichter ist die Arbeitsfläche, da ja durch Wegnahme einer dickeren Schicht Eisen die weicheren Theile des Walzenfleisches erreicht werden und die sich ergebende fertige Walzenfläche weniger widerstandsfähig sein wird.

Die für den Guss weicher Walzen noch heute in Ruf stehende Eisengiesserei bei Gleiwitz arbeitete wesentlich nach den folgenden älteren oder neueren Gussrecepten, die sich nur wenig geändert haben.

Für Feineisenwalzen, welche gewöhnlich zu drei Stück aus demselben Eisen hergestellt wurden, da ja stets drei Walzen in einem Gerüst lagern, galten ursprünglich nachstehende Sätze:

	Kilogramm								
Dichtes Hochofeneisen	1250	1250	1250	600	750	1000	800	1250	—
Weniger dichtes Hochofeneisen	—	—	—	500	500	500	—	—	500 (halbirt)
Brucheisen (eigener Betrieb)	250	750						250	
Walzenköpfe oder alte Walzen	750	500	1250	1500	1250	1750	1600	1000	1500
Halbirtes Feineisen	250	—	—	—	—	—	400	—	500
Summe	2500	2500	2500	2600	2500	3250	2800	2500	2500
Brucheisen zurück	450	—	—	—	—	—	—	600	—

Interessant ist in diesen alten Recepten die zeitweilige Verwendung von in Eck'schem Gasofen gefeintem Eisen, das ja auch in Königshütte oft zum Walzenguss verwendet worden war.

Für Kaliberwalzen, die zum Walzen von Handelseisen verwendet werden sollten und ebenfalls von halbharter Qualität sein mussten, galten unter Anderen nachstehende Recepte:

	Kilogramm		
Dichtes Hochofeneisen	1250	900	1500
Brucheisen	500	1900	2400
Walzenköpfe oder alte Walzen, bezw. Walzenausschuss	1500		
Feineisen	—	—	1500
Summe	3250	2800	5400
Brucheisen zurück	250	250	

Für Blechwalzen, damals das schwerste Fabrikat dieser Art, arbeitete man mit einem, auch mit zwei Flammöfen und nachstehenden Gemengen:

	Kilogramm				
Dichtes Hochofeneisen (gar) .	1500	1200	1500	2750	
Halbirtes Hochofeneisen . . .	500	—	2000	700	(weiss)
Walzenköpfe	2000	3550	4000	—	
Brucheisen	750				
Feineisen	—	—	—	2550	(400 weiss, der Rest halbirt)
Summe	4750	4750	7500	6000	
Brucheisen zurück	550	700	—	—	

Der Brennstoffverbrauch (vergl. die Angaben in diesem Bande Seite 75) schwankte für den Guss dreier Feineisenwalzen oder einer Mittelwalze, wobei derselbe 3000 kg gut fassende Flammofen gebraucht wurde, zwischen 7 oder 8 Gemässtonnen zu 154 kg (vergl. Seite 76), während die schweren Blechwalzen 12—13 Tonnen beanspruchten.

Später bildete sich mehr und mehr die Praxis aus, im Princip von einer durchschnittlichen Zusammensetzung auszugehen, bei welcher im Falle Mangels des einen oder anderen Materiales Ersatz durch Halbproducte oder Abfälle des Betriebes, die als Schrot oder Bruch auf dem Platze lagerten, stattfand.

Man schlug die betreffenden Stücke an und beurtheilte die Qualität nach dem Bruchaussehen.

Nachdem der Verfasser die Leitung des Eisengiessereibetriebes 1861 übernommen und zunächst von der mittleren Zusammensetzung des Walzengiessereimateriales, nämlich $^1/_3$ graues oberschlesisches Cokesroheisen, $^1/_3$ graues oberschlesisches Holzkohlenroheisen, $^1/_3$ guter Walzenbruch ausgegangen war, machte er sich ausführliche Notizen über den Verlauf einzelner Walzengüsse, aus denen die folgenden mitgetheilt sind.

Es darf bemerkt werden, dass auch in anderen Giessereien, besonders in denen, welche mit Walzwerken verbunden sind, nach ganz ähnlichen Grundsätzen verfahren wird, so dass die hier angeführten Beispiele wohl allgemeine Gültigkeit beanspruchen dürfen.

Eine Kaliberwalze für Grobeisen.

900 kg Flammofenbarren (Gleiwitzer Eisen),
700 „ Walzenköpfe (dunkelhalbirt),
neben 900 „ Holzkohlenroheisen (grobkörnig)
und 200 „ Brucheisen,

zusammen 2700 kg gaben bei 7 Tonnen Kohlen 250 kg halbirtes, aber noch drehbares Tümpeleisen.

Drei Walzen für Feineisen.

750 kg Holzkohlenroheisen,
1000 „ eigene Flammofenbarren,
250 „ starkes Brucheisen,
250 „ halbirtes Tümpeleisen aus eigenem Betriebe,

zusammen 2250 kg gaben bei 7 Tonnen Kohlen 400 kg grobhalbirtes Tümpeleisen, wenig abschreckend.

Drei Walzen für Feineisen.

825 kg Holzkohlenroheisen,
400 „ fleckiges Brucheisen vom Lehmformhause,
375 „ ebensolches Tümpeleisen, stark abgeschreckt,
400 „ grobhalbirtes Tümpeleisen,

zusammen 2000 kg gaben bei 7 Tonnen Kohlen 350 kg weisshalbirtes Tümpeleisen mit spiegelndem Bruch an den Kanten, stahlhart. Die Walzen, auf die Drehbank genommen, zeigten sich fast weiss an der Peripherie und unregelmässig in weiten Abständen gesprenkelt.

Drei Walzen für Feineisen.

550 kg Holzkohlenroheisen,
250 „ Cokesroheisen,
825 „ gutes graues Brucheisen,
450 „ halbirtes Tümpeleisen,

zusammen 2075 kg gaben bei 7 Tonnen Kohlen 350 kg schwachhalbirtes Tümpeleisen von brauchbarer Beschaffenheit.

Drei Walzen für Feineisen (Ersatz).

1000 kg Holzkohlenroheisen,
750 „ Cokesroheisen,
350 „ Tümpeleisen,

zusammen 2100 kg gaben bei 7 Tonnen Kohlen 250 kg weiches, etwas halbirtes Tümpeleisen. Die Walzen waren vorzüglich!

Drei Ersatzwalzen für Feineisen oder Draht.

700 kg Holzkohlenroheisen,
500 „ Flammofenbarren,
650 „ grobes Brucheisen,
250 „ halbirtes Tümpeleisen,

zusammen 2100 kg gaben bei 7 Tonnen Kohlen 150 kg halbirtes Tümpeleisen.

Drei Ersatzwalzen für Feineisen oder Draht.

600 kg Holzkohlenroheisen (Peiskretscham),
300 „ Holzkohlenroheisen (Kuźnitzka),
600 „ Flammofenbarren,
500 „ grobes Brucheisen, W.-R.,

zusammen 2000 kg gaben bei 7 Tonnen Kohlen gute Walzen und kein Tümpeleisen.

Drei Walzen für steirisches Puddeleisen, daher etwas härteres Gemisch.

1000 kg Holzkohlenroheisen (div.),
400 „ Flammofenbarren,
600 „ verlorne Köpfe,

zusammen 2000 kg gaben bei 6 Tonnen Kohlen 500 kg vorzügliches

halbirtes und schwachschreckendes Tümpeleisen. Auf der Drehbank verhielten sich diese Walzen insofern anders als die für oberschlesisches Puddeleisen ausgeführten, als der Bohrspan kurz und mürbe war, Beweis eines feineren und härteren Gefüges und wohl dem Einflusse des Holzkohlenroheisens zuzuschreiben.

Drei Walzen für steirisches Puddeleisen, daher etwas härteres Gemisch.

	1000 kg	Holzkohlenroheisen,
	1000 „	halbirtes Tümpeleisen früherer Abstiche,
zusammen	2000 kg	gaben bei 7 Tonnen Kohlen 150 kg vorzügliches schwachhalbirtes Tümpeleisen.

Alle diese Walzengüsse erfolgten aus Flammöfen.

An diese Bemerkungen über den besten oberschlesischen Walzenguss schliessen sich einige Notizen über die Ausführung des Walzengusses auf verschiedenen Hüttenwerken, namentlich des Rheinlandes und der Provinz Westfalen.

Ein mittelrheinisches Hochofenwerk, welches sehr gute und reiche Erze mit westfälischem Cokes verarbeitet, stellt seine Walzen unmittelbar aus dem Hochofen dar, und zwar aus lichtgrauem Eisen. Ist das Roheisen nicht hell genug, so wird eine gewisse Menge selbsterzeugten weissen Roheisens im Cupolofen geschmolzen und dem Eisen aus dem Hochofen zugesetzt. Die Walzen haben nach dem Abdrehen einen Durchmesser von 625 mm und eine Zapfenstärke von 365 mm. Die Kuppelung wird oben mit angegossen; der Sauger auf der Walze geht conisch nach oben und wiegt circa 600 kg. Die Walzen werden merkwürdigerweise sehr hitzig gegossen und nach dem Gusse wird nicht gepumpt, sondern nur stets hitziges Eisen nachgegossen. Der Einguss mündete unten am Ballen tangential, zunächst der Zapfengrenze.

Die in der Nähe des genannten Werkes gelegene Saynerhütte goss die Walzen nach demselben Verfahren.

Ein niederrheinisches Werk der Actiengesellschaft Styrum in Oberhausen ist hier noch anzuführen, da sämmtliche hier gebrauchte Blech- und Kaliberwalzen auf dem Werke selbst angefertigt wurden. Die nur für Gussstücke des eigenen Bedarfes eingerichtete Giesserei hatte zwei Cupolöfen und einen Flammofen, aus welchem letzteren die Walzen gegossen wurden. Die Construction desselben war sehr einfach; der Einsatz erfolgt in der Nähe der Feuerbrücke, der Abstich war nahe der Esse. Als Material wurden alte französische und schwedische Kanonen von ganz vorzüglicher Güte angewendet, welche seiner Zeit zu angeblich 198 ℳ. pro 1000 kg (!) angekauft worden waren.[1] Der Sauger lief nach oben ziemlich conisch aus. Die obere Kuppelung wurde nicht angegossen, sondern der Zapfen lief rund bis zur Wurzel des Saugers. Der Kuppelzapfen wurde nach dem Abdrehen der Walze auf einer zu sonstigen Zwecken nicht mehr verwendbaren Drehbank mittelst eines umlaufenden Drehstahles ausgefraist. In der Zeit von

1) Vermuthlich geschah der Ankauf in jener schönen Zeit, wo schottisches Giessereiroheisen mit 8 ℳ. pro Centner in Breslau gehandelt wurde, 1856/57!

24 Stunden war der Kreuzzapfen ohne Beihülfe eines Schlossers hergestellt. Die Zapfen der Walzen hatten einen Durchmesser von 287,5 mm.

Die berühmte Firma Gute Hoffnungshütte zu Sterkrade leistete jederzeit Gutes auch im Walzenguss. Die Walzen wurden früher ausschliesslich aus dem Flammofen gegossen. Derselbe fasste bis 7500 kg flüssiges Roheisen und war ein Flammofen mit vertieftem Herd (Bd. I, S. 637, Taf. XV). Der Einsatz erfolgte kalt, und zwar wurden die Roheisengänze aufrecht gestellt. Viele Walzen, namentlich Rohschienenwalzen, wurden aus gebrochenen grossen Stücken dargestellt.

Eine früher gebräuchliche Mischung bestand zum Beispiel aus:

25 Ctr. ganz hellem Hämatiteisen Nr. 3 (Warrington),
25 „ eigenem grauen Holzkohlenroheisen,
25 „ engl. Harrington, weiss,
25 „ Sauger (verlorene Köpfe) von Walzen.

Nach acht Stunden war unter den genannten Umständen das Schmelzen beendet. Die Zapfen der Walzen hatten 1070 mm Durchmesser nach dem Abdrehen und die Kuppelung wurde gleich mit angegossen. Der Sauger lief nach oben stark konisch an und wurde stets voll flüssigen Eisens gehalten. Gepumpt wurde circa drei Stunden lang; trotzdem nahm man bei mehreren alten Walzen, deren Zapfen unter dem Fallwerk abgeschlagen waren, im Innern kleine Höhlungen wahr, besetzt mit krystallisirtem Eisen. Der Anlauf wurde ziemlich stark gemacht und der Einguss erfolgte stark tangential und unten.

Was speciell die damalige Construction der Walzenzapfen betrifft, so ist hier noch der Ansicht des Herrn Director Jacobi zu gedenken, welcher die eigentliche Auflagerung des zum mindesten 395 mm, wenn irgend möglich 445 mm starken Zapfens nur 210 mm lang nahm; dann lief der Zapfen ganz allmälig (in der Länge der alten Zapfen) bis zum Ballen der Walzen an, welcher mindestens 785 mm stark gemacht wurde. Eine grössere Reibung der Zapfen wurde angeblich hierdurch nicht erzeugt, da der Druck sich auf eine um so grössere Fläche vertheilte. Die Kuppelung hatte übrigens denselben äusseren Durchmesser wie der Laufzapfen.

Auch das bekannte Eisenwerk Neu-Schottland in Horst bei Steele bot Bemerkenswerthes, da auch hier die benöthigten Walzen in einer etwas kleineren Giesserei, die nur für den eigenen Bedarf arbeitete, gefertigt wurden. Die Walzen, welche fertig einen Zapfen von 365 mm hatten und im Mittel 630 mm Dicke im Ballen maassen, wurden durchgängig aus dem Flammofen gegossen, der ähnlich wie in Königin Marienhütte construirt war (Bd. I, Taf. XV). Als Material dienten grosse Bruchstücke von alten Walzen oder eine ähnliche Mischung, wie bei Sterkrade angegeben. Der Sauger war sehr gross und erweiterte sich nach oben sehr stark. Der Anlauf des Zapfens war ebenfalls bedeutend. Für die Hartwigschienen und grossen I-Eisensorten, die damals in Aufnahme kamen, wogen die Walzen durchschnittlich je 5000—6000 kg. Das Walzendrehwerk war sehenswerth. Seitdem die Stahlfabrikation dort in Gang kam und das Werk mit Hattingen und der Dortmunderhütte in den Besitz der Union zu Dortmund übergegangen war, hat man naturgemäss Erweiterungen und andere Arbeitstheilung, sowie die Benutzung des Stahles als Gussmaterial eingeführt.

Auch der in seinen Anlagen neuerdings vollkommen umgestaltete Bochumer Verein für Bergbau und Gussstahlfabrikation betrieb von jeher die Walzenfabrikation für seinen eigenen Bedarf. In der alten Giesserei befanden sich zwei Cupolöfen gewöhnlicher Construction und ein Flammofen von ähnlicher Einrichtung wie der vorerwähnte. Die neue Giesserei dagegen wurde gleich sehr geräumig angelegt und mit zahlreichen Schmelzapparaten versehen. Der Einguss wurde stets tangential am Ballen angebracht, der Sauger hatte bei 680 mm Ballendicke 575 mm Durchmesser oben. Die Kuppelung wird nicht angegossen, sondern später eingefraist. Die Flammöfen sind eingerichtet bis für 13000 kg Fassung; der Einsatz erfolgt kalt und wird, aus Bruchstücken oder aus einer Mischung von festem Roheisen von Niederrheinischen Werken mit Hämatitroheisen bestehend, in etwa 10—12 Stunden eingeschmolzen und das Schmelzen so geführt, dass dabei eine theilweise Entsilicirung des Eisens erfolgte. Der Abstich selbst muss dann äusserst hitzig geschehen und es wird die Walze mit einem Male vollgegossen. Beim Cupolofenbetrieb hält man eine gleichmässige Zerkleinerung der Cokes für wichtig. Ein Pumpen wird durchaus für schädlich gehalten, man giesst blos das gesaugte Eisen nach.

Ein kleineres Werk, die Märkische Maschinenfabrik (vormals Kamp & Co. in Wetter an der Ruhr) betreibt als Specialität bekanntlich die Fabrikation von Gebläsen, Walzwerken und anderen Bergwerks- und Hüttenmaschinen, wobei natürlich zahlreiche und auch einzeln bestellte Walzen mit unterlaufen. Die Giesserei hatte früher drei Cupolöfen und einen Flammofen von gewöhnlicher Construction, lieferte aber ganz ausgezeichnete Arbeiten. Ein Cupolofen für grosse schwere Stücke hatte vier Düsen, davon aber je zwei über einander zugleich in Thätigkeit; in demselben wurden bei einer wirksamen Ofenhöhe von 4,4 m Brocken bis zu 300 kg eingeschmolzen. Keiner der Cupolöfen hatte eine Esse; wohl aber war ein gut construirter eiserner Gichtboden vorhanden. Der gewöhnliche Eisensatz in den Cupolöfen betrug 500 kg bei 50 kg Cokes.

Als Material verwendete man im Allgemeinen best Coltness, Eisen von der Niederrheinischen Hütte, Holzkohlenroheisen aus Dillenburg, sowie melirtes Hämatitroheisen (Cumberland). Die Walzen speciell wurden unter starkem Zusatz von alten französischen und schwedischen Kanonen aus dem Flammofen gegossen, und zwar von oben, wobei die Sauger stark, aber nach oben cylindrisch gemacht waren; die Kuppelung wurde angegossen. Die Gusskasten waren aus starkem Blech mit 12 Zoll von einander entfernten Winkeleisenrippen construirt; die Flanschen waren von Gusseisen und zusammengehobelt.

Eines der ältesten westfälischen Werke, die Hermannshütte des Hörder Bergwerks- und Hüttenvereins, betreibt eine Giesserei, die nur für den eigenen Bedarf arbeitet, und immer zweckmässig und schön eingerichtet war. Zwei Cupolöfen Ireland'schen Systems, welches damals dort allgemein bevorzugt wurde, und zwei neben einander gebaute Flammöfen, deren Abstiche unter den zwei Essen münden, standen an der einen Frontseite des Gebäudes; zwischen beiden Ofengruppen befand sich noch eine Trockenkammer für die Walzen. Vor dem Besetzen des Flammofens, welches kalt erfolgt, wurden auf den Herd Bretter gelegt,

um diesen zu schonen; die grossen Stücke, alte Walzen, Sauger u. s. w., wurden zunächst der Feuerbrücke gelegt, dann die Roheisengänze (früher eine Mischung von Hörder grauem Eisen, melirtem Hämatit und nassauer Holzkohleneisen) aufrecht in die Nähe der Esse gestellt. Das flüssige Roheisen sammelte sich nach dem Abstechen in einem rechteckigen Blechkasten als Sammelraum und floss dann von diesem aus, während mit einer Schütze regulirt wurde, in die Form. Diese war mit der Schablone in einem zweitheiligen runden Kasten eingeformt; damit die gegossene Walze möglichst wenig versetzt, d. h. in der Länge ungenau wurde, war die Welle der Schablone an einer Stelle scharf eingedreht, auf welcher Stelle sie dann auf einem schmalen Lager lief. Zwischen Sauger und Kuppelung, welche letztere an die Walzen angegossen wurde, setzte man in Hörde ein mit Lehm bestrichenes Blech ein, welches bewirken musste, dass Sauger und Walze nur durch einen circa 6 Zoll starken Zapfen verbunden waren, der später leicht durchgeschlagen werden konnte. Nachdem die Form vollgegossen war, wurde nicht gepumpt, sondern stets das eingesaugte Eisen durch nachgegossenes ersetzt.

Eine dem Walzengusse in weiterem Sinne zugehörige Arbeit, das Anschweissen von Walzenzapfen, wurde bekanntlich auch in Hörde und gleichsam im Grossen betrieben; man konnte an einem Tage über zehn Stück gebrochene Walzen sehen, welche in dieser Weise reparirt werden sollten.

Das grösste Eisen- und Stahlwerk des Rheinlandes, die Krupp'sche Gussstahlfabrik in Essen, betreibt naturgemäss auch eine Eisengiesserei, welcher grosse und umfangreiche Arbeiten zufallen. Im Allgemeinen sind die Gegenstände, die daraus hervorgehen, durch Güte und meist durch kolossale Dimensionen ausgezeichnet. Uebrigens macht die Giesshalle deshalb einen freundlichen Eindruck, weil die Wände mit Kalk weiss getüncht (was alle Paar Jahre mit Aufwand weniger Thaler erneuert wird) und durch Anbringen von zahlreichen stationären Gasflammen (jedesmal je drei zusammen) fast taghell erleuchtet waren. Von grosser Ausdehnung ist die Lehmformerei, in welcher die Formen durch zahlreiche, höchst einfache Cokesfeuer, die von der äusseren Atmosphäre den nöthigen Luftzug erhalten, gewärmt werden.

Im Ganzen waren schon früher sieben Cupolöfen vorhanden; zwei Monstre-Cupolöfen für je 500—600 Ctr. Fassung, und drei kleinere standen in der eigentlichen Giesserei. In der Tiegelstahlhütte stehen noch mehrere Cupolöfen, da auch dort sehr häufig Gussstücke, theilweise von Stahl, theilweise von Gusseisen ausgeführt werden.

Am meisten interessirt hier selbstredend die Art und Weise, wie die Walzen angefertigt werden. Die Schienenwalzen von 780 mm Ballendurchmesser und 395 mm abgedrehter Zapfenstärke haben verhältnissmässig nur wenig Zapfenanlauf; ein Sauger von 475 mm Höhe und 575 mm oberer Weite sitzt auf der mit eingeformten Kreuzkuppelung. Der Einguss erfolgt durch zwei innerhalb der Form angebrachte Einläufe, die scharf tangential an den Ballen angeschnitten sind; hierdurch wird erzielt, dass das eingegossene Eisen bis in den oberen Zapfen hinauf wirbelt. Das zum Walzenguss dienende

Eisen wird seit langer Zeit vom Cupolofen, nie vom Flammofen genommen. Der Satz ist z. B. für eine 5000 kg schwere Walze:

4250 kg weisses bis stark melirtes Eisen von der Qualität „Niederrheinische Hütte" oder Hämatit Nr. 3,

750 „ feinkörniges graues Eisen von Sayn oder auch eignes Flammofeneisen.

Die Walze wird mit einem Male, anfangs langsam, bis der untere Zapfen bedeckt ist, dann aber rasch vollgegossen. Ein Pumpen findet nicht statt und wird dieses geradezu für schädlich gehalten; das durch Saugen eingesunkene Eisen wird aber durch Nachgiessen mit hitzigem Eisen ersetzt. Der in der Giesserei befindliche Flammofen dient seit Langem nur um gebrochene Walzen, überhaupt grosse Bruchstücke in Gänze umzuschmelzen, welche dann beim Cupolofenbetrieb zugesetzt werden. Diese Einschränkung der Flammofenverwendung bewies schon damals am Klarsten, wie unbegründet das Vorurtheil gegen die Benutzung des Cupolofens zu Walzenguss und ähnlichen empfindlicheren Arbeiten ist.

Es darf hierbei noch bemerkt werden, dass bereits vor 25—30 Jahren viele Berliner Eisengiessereien, unter anderen die am Oranienburger Thor ursprünglich belegen gewesene Borsig'sche, grosse Walzen für den eigenen Bedarf aus den früher wiederholt geschilderten (Bd. I, S. 531, Bd. II, S. 43) Ireland'schen Oefen goss und hierbei Gemische guten Hämatiteisens neben schwedischem Roheisen und oberschlesischem Holzkohlenroheisen verarbeitete. (Vergl. Dürre, Eisengiessereien von Berlin, „Berg- und Hüttenmännische Zeitung" 1862, S. 1 und ff.)

Der in der Giesserei gebrauchte Formsand kommt von Grafenberg bei Düsseldorf; er wird auf einer vertikalen Sandmühle gemahlen und mit Steinkohlenpulver gemischt verwendet.

In einer ausführlichen Wiedergabe der vorstehenden Mittheilungen des Verfassers nach der zweiten Auflage des vorliegenden Werkes vervollständigte der bekannte belgische Metallurge J. Wolters das Vorstehende durch Hinzufügen belgischer Methoden und Mischungsrecepte. (Revue universelle des mines etc. 40. Band, zweites Halbjahr 1876, S. 280.)

Zunächst wird die Einrichtung und der Bau einer Giesserei, welche nur für den eigenen Bedarf arbeitet, geschildert.

Die doppelt quadratische mit eisernem Dachwerk gedeckte Halle wird von zwei Arm- oder Ausladekrahnen beherrscht, welche ungefähr in den Mitteln der Hälftenquadrate aufgestellt und auf je 15000 kg probirt sind, so dass der Transport der Giesskessel mit Eisen sowohl als auch der sämmtlicher Gussstücke leicht bewirkt werden kann.

An der einen Schmalseite befinden sich die Darrkammern und daneben eine maschinell bewegte Sandmühle, während die Schmelzapparate an der Langseite stehen.

Die Letzteren bestehen aus einem Flammofen, zwei grossen und einem kleinerem Schachtofen.

Die Methode, welche in dieser Giesserei zur Herstellung aller über 1000 kg schwerer Walzen gebraucht wird, ist zum Theil eigenthümlich und rührt von einem dortigen Giessmeister J. Bolle her. Sie besteht im Wesentlichen darin, die Walze in einem sechsseitigen oder runden Formkasten auszuschabloniren und dabei die Ballendurchmesser bis an

das obere Ende durchzuführen, d. h. nur den in der Gusslage unteren Zapfen auszubilden. Der obere wird später angegossen.

Der Guss erfolgt wie gewöhnlich von unten, durch einen tangential angesetzten Einlauf aus seitlich eingeformtem vertikalem Gusskanal, der oben an einen mit Giessmulde versehenen Formkasten anstösst.

Die offene Form wird nunmehr bis auf 20 oder 30 mm von der oberen Fläche ganz vollgegossen, dann werden die Unreinigkeiten, welche oben schwimmen, mit einem kleinen Giesslöffel sorgfältig weggenommen und so rasch, dass ein Erstarren des Eisens nicht eintritt.

Darauf wird der Formkasten mit der Eingussmulde fortgenommen und ein flacher Formkasten mit abgesetzter cylindrischer Höhlung concentrisch zur Form aufgesetzt und besetzt, ebenso ein zweiter mit gleichweiter cylindrischer Höhlung, welche beide ebenfalls stark belastet werden.

Man giesst nunmehr mit sehr hitzigem Eisen unter starkem Rühren oder Pumpen nach und entfernt nach Wolters' Meinung Gase u. s. w. ohne jeden Lunker vollständig (?). Dann nimmt man die beiden Aufsatzkasten fort, schlägt den darin gegossenen Pumpkopf ab, reinigt sorgfältig die Oberfläche der rothglühenden Walze und setzt schleunig einen dritten Formkasten mit der Form des Laufzapfens auf, welche an der unteren Seite einen Schlitz zum Ablaufen des Eisenüberschusses hat, den man ja immer zum Aufschweissen braucht. Man giesst nun in diese Laufzapfenform so lange heissflüssiges Eisen, bis sich durch Befühlen mit einem Eisenstabe eine Erweichung der Ballenquerfläche zeigt, verstopft alsdann den Ablauf, giesst ganz voll, schäumt wieder ab und setzt die Form des Kuppelungszapfens auf, welche aber die doppelte Länge des fertigen Theiles, d. h. der eigentlichen Abmessung haben soll und muss.

Die Erfahrung hat hierbei gezeigt, dass das Aufsetzen eines wirklichen verlorenen Kopfes auf die Form des Kuppelungszapfens keine besonderen Vortheile mit sich bringt. Beim Ausgiessen des Letzteren pumpt man so kräftig wie möglich, nachdem man recht heisses Eisen in die sich bildende Lunkeröffnung gegossen hat.

Bezüglich der „Roheisenmischungen“, die in Belgien üblich waren oder sind, so stimmen die meisten darin überein, dass $^1/_3$ der Masse aus weissem Eisen oder einem ähnlichen Product bestehen soll und dass $^2/_3$ derselben entweder feinkörniges graues Roheisen (Luxemburg Nr. 4 und 5) oder Gemenge von grauem Giessereieisen alter Walzen sind.

Auch die meisten deutschen und englischen Giessereien arbeiten heute ähnlich und selbst aus entfernten Landen, z. B. Südamerika, gelangen noch alte Kanonen (spanischer oder anderer Herkunft) in einzelnen Giessereien, z. B. Gebrüder Klein-Dahlbruch (Siegerland), die Walzen herstellen, zur Verwendung.

Seit der Einführung der Converterprocesse u. s. w. wird oft Stahl zur Herstellung von Walzen genommen, auch Gemische von Roheisen und Stahl und selbst aus dem Converter der Giesskessel gefüllt oder die Gussform nach dem Giesshause des Stahlwerks gebracht, wenn Raum genug vorhanden ist, um den Betrieb nicht zu stören.

Man macht die Walzen dann aus mittelhartem Flusseisen oder giebt härtere Zusätze und benutzt vielfach zur Verdichtung des Gefüges Aluminium und andere Metalle.

Besonders gilt dies von grossen Vorwalzen für Formeisen, die oft nicht einmal genau abgedreht zu werden brauchen und mit der Gusshaut auch entschieden fester sind. Natürlich ist genaue Arbeit erforderlich und ein genügendes Ineinandergreifen der Patrizen- und Matrizenringe nothwendig. Deshalb muss man die Ringseitenflächen in der Regel abdrehen, sobald die Stiche der Kaliber gut schliessen sollen und nur Walzen, die nicht in einander greifen, können in dem Vorkaliber unbearbeitet gelassen werden.

Der Walzenbruch auch dieser Stahlwalzen kann bei der Herstellung der Fertigwalzen mit verwendet werden und giebt immer feinkörnigere Güsse, allerdings oft mit hervortretender Neigung zum Lunkern, namentlich bei weicherem Eisen, dem man dann durch weisse Zusätze nachhelfen kann.

B. Die Darstellung und der Guss von Hartwalzen.

Der Hartwalzenguss war lange Zeit ein Privilegium einzelner Werke, die, durch besondere Erzverhältnisse begünstigt, Hartwalzen und auch andere Hartgüsse unmittelbar aus dem Hochofen darzustellen vermochten. In der neuesten Zeit hat die Umgestaltung der Erzverarbeitungsverhältnisse auch auf diesen Zweig der Roheisenverwerthung Einfluss ausgeübt und vieles geändert. Die alte Ausschliesslichkeit ist verschwunden und wenn auch die alten Hartwalzengiessereien noch immer ausgezeichnete Waare liefern, so sind sie es doch nicht mehr allein, welche auf dem Markte erscheinen. Durch die Vergrösserung und Vermehrung der Walzwerke hat sich die Nothwendigkeit für diese ergeben, neben ihrem Bedarf an gewöhnlichen Walzen auch oft den Bedarf an Hartwalzen selbst zu fabriciren und es blieben den specifischen Hartgussgiessereien ausser dem Bedarfe kleinerer Walzwerke nur noch die Aufträge derjenigen Industrien, welche nicht im Stande waren, selbst Hartwalzen zu machen.

Aber selbst um dieses Gebiet zu behaupten, mussten die alten Fabriken grössere Anstrengungen machen, denn es war eine Reihe von Anstalten entstanden, die sich nur mit der Anfertigung von Walzwerksbedarf, von der Walzwerksmaschine an bis zu den Scheeren- und Lochmaschinen befassten und welche, im Besitze gross angelegter Giessereien, ganz naturgemäss auch die Walzen und besonders die Hartwalzen zu liefern unternahmen.

Dahin gehören besonders die Hartwalzengiessereien und Walzwerksfabriken in England und neuerdings in Deutschland und Belgien, denen sich auch einige österreichische und französische würdig an die Seite gestellt haben. Diese auf anderen Grundsätzen der Fabrikation beruhenden Anstalten haben keine unmittelbare oder örtliche Beziehung zum Rohmaterial, sondern verschaffen sich dasselbe dort, wo sie es am Vortheilhaftesten beziehen, und suchen durch eine passende Behandlung die Eigenschaften in demselben zu entwickeln, welche geeignet sind, gute Walzen zu geben. Im Allgemeinen sind diese Eigenschaften Seite 298 angedeutet worden, doch kann im Bezug auf die Hartwalzen jedes halbirte oder weisse

Eisen zum Guss tauglich sein, sobald es rein von solchen Beimischungen ist, welche die Festigkeit und die Fähigkeit, eine Hartschale zu bilden, „einzustrahlen", wie man bei Gruson sagt, vermindern. Es ist indessen erforderlich, dass die Schale, welche sich auf dem Gusse bildet, durch Drehwerkzeuge bearbeitbar ist, ein Umstand, der nur bei einer bestimmten Feinheit der Schalentextur sicher genug eintritt.

Die genannten Eigenschaften finden sich bei jedem reineren Roheisen vereinigt, das auf dem Uebergange von hellgrauem Giessereiroheisen zum splittrigen weissen Eisen sich befindet und noch einen gewissen Gehalt an gleichmässig und fein vertheiltem Graphit besitzt. Sobald die Graphitausscheidung eine zu starke ist, dadurch, dass das Eisen im Hochofen oder bei einem Umschmelzprocesse überhitzt worden ist und eine starke Siliciumaufnahme erfahren hat, wird diese Ausscheidung leicht unregelmässig. Dasselbe tritt ein bei Legirungen eines sehr weissen Eisens und eines sehr grauen; auch hierbei bilden sich leicht unregelmässige grössere Graphitausscheidungen, welche sogar dem Einflusse der Coquille (Schale oder Kapsel) widerstehen und sich an die Oberfläche der Walze festsetzen können. Derlei Material erweist sich meist unbrauchbar oder kann nur durch mehrfache Legirungsarbeit, die immer theuer ist, bis zu einem gewissen Grade brauchbar gemacht werden.

Die vorgetragenen Gründe erklären, warum man bei dem Betriebe eines auf festes Giessereiroheisen zugestellten und gewöhnlich auch geführten Hochofens durch allmäliges Uebersetzen der Erzgicht mit leichtflüssigen sehr reinen Erzen eine Eisenmischung im Gestell bekam, welche sich zu Hartwalzen sehr gut eignete, und dieselben Gründe erklären weiter, warum bei dem Versuche, Hartwalzen durch Umschmelzung und Legirung darzustellen, zuerst unübersteiglich scheinende Schwierigkeiten sich zeigten, welche nur ganz allmälig überwunden werden konnten.[1])

Die Vortheile, welche die Benutzung eines übersetzten Hochofenganges gewährten, konnten indess niemals zur alleinigen Fabrikation der Hartwalzen wie des Hartgusses überhaupt auf diesem Wege führen, da es sich hierbei nur um ein Uebergangsstadium handelte, das jede Ausdehnung der Fabrikation über einen gewissen Punkt hinaus unmöglich machte und das ausserdem für die übrige mit dem Hochofen verbundene Giesserei grosse Uebelstände im Gefolge hatte.

Eine kurze Schilderung der früher berühmten Malapaner Methode, speciell Hartwalzen zu machen, wird das am besten beweisen.

Der Malapaner Hochofen, welcher auf Taf. I, Bd. I dargestellt und ebenda Seite 473 als Beispiel eines zur directen Gusswaarendarstellung benutzten Apparates abgebildet und beschrieben worden ist, wurde seiner Zeit mit zweierlei Erz betrieben

einmal mit lettigem Brauneisenstein, der nur wenig feste Erzstücke enthielt, eine sehr ungleiche Zusammensetzung hatte, aber im Grossen und Ganzen zu den strengflüssigsten Erzen gehörte;

1) Bei der Besprechung des Gusses von Kriegs- oder Eisenbahnmaterial wird noch eingehender auf den Hartguss und seine Eigenthümlichkeiten eingegangen werden.

dann mit verschiedenen Thoneisensteinen der oberschlesischen Juraformation, vorwiegend von kalkigem oder von thonigem Charakter, im letzteren Falle gewöhnlich reiner als im ersten.

Das Möllerverhältniss war bei einem Kubikmetergewicht der milden Erze von 3000—4000 kg und einem solchen der Steine von vielleicht 4000—5000 kg — etwa sechs Raumtheile lettiges Erz auf zwei Raumtheile Steine — dazu wurde die entsprechende Kalkmenge geschüttet.

Wenn Hartguss dargestellt werden sollte, so wurde der gewöhnliche Möller dahin abgeändert, dass die sechs Raumtheile mildes Erz mit drei Raumtheilen Steine (meist leichtflüssige aber schwer reducirbare Thoneisensteine mit Eisenspathausscheidungen von Babkowsky bei Rosenberg) übersetzt wurden, indem man gleichzeitig den Kalkzuschlag entsprechend vergrösserte und bei gleichem Kohlenzusatz noch Drehspäne und Walzenbruchstücke mit aufgab.

Nach 9—11 Stunden gab sich das Eintreten der schweren Gicht in das Gestell des etwa 10 m hohen Ofens kund und es zeigte sich anstatt der gewöhnlich graugrünen Hochofenschlacke eine schwarze blasige und dünnflüssige, oft als „gierig“ bezeichnete, mit Geräusch fliessende Rohschlacke, die von selbst über den Wallstein auf die Trift trat, während die gewöhnlich gare Schlacke stets herübergekrückt werden musste.

Sobald die im Gestell befindliche Eisenmischung die erforderliche Probe in einer Schale bestand und sich auf der Oberfläche die sogenannten Wanzen zeigten, konnte abgestochen werden.[1])

Dass diese Art der Darstellung nur bei constanter Erzzusammensetzung sichere und gute Resultate geben konnte, ist begreiflich und man musste, nachdem man in der angedeuteten Weise 30—40 Jahre gearbeitet hatte, zum Umschmelz- und Legirungsprocess greifen, den übrigens alle anderen Walzengiessereien anwenden.

Auch andere Holzkohlenhochöfen, z. B. der der Reichenauer Gewerkschaft in Oberösterreich früher gehörende Hochofen zu Edlach, welcher quarzige Spatheisensteine verarbeitete, erzeugten einen vorzüglichen Hartguss, der beispielsweise 1873 zu Wien in dem Sondergebäude der Innerberger Gewerkschaft ausserordentlich bewundert wurde. Neuerdings erbläst man in demselben Hochofen ein Materialeisen für den Hartguss unter Zusatz von ungarischen Magneteisensteinen, deren Schwefelgehalt nicht unbedeutend ist, der Qualität des Hartgusses aber keine weiteren Nachtheile zuzufügen scheint.

In Königsbronn, Württemberg, woselbst früher schon gute Hartwalzen aus dem Hochofen dargestellt worden waren, benutzte man späterhin Flammöfen, deren zwei so zusammen lagen, dass ihre Abstichrinnen zusammenführten und sich das sorgfältig ausgewählte und heiss eingeschmolzene Eisen in einem Kessel vor dem Ofen sammelte und sorgfältig gemischt wurde, ehe zum Abstich geschritten werden konnte.

Die Ausführung des Gusses selbst geschah stets mit peinlicher Rücksichtnahme auf die Reinheit der Walzenoberfläche.

1) Die alte, in gewissem Sinne classische Hartwalzenfabrikation von Malapane ist ausser von Wachler in seinen oberschlesischen Heften, noch besonders vom Ingenieur Rieschke im „Berggeist“ (1860, Nr. 99) beschrieben worden.

Durch Tangentialguss, am Fusse des Zapfens einmündend, suchte man die trotz sorgfältigsten Abkehrens oft genug noch mitgerissenen Unreinigkeiten in der Mitte des wirbelnd aufsteigenden Eisens zusammen- und von der Coquillenwand entfernt zu halten. Ebenso bemühte man sich durch dabei ruhigen Guss die Bildung emporgeschleuderter Granalien, die, abgekühlt und erstarrt wieder herunterfallend, sich leicht als harte Einschlüsse an die Oberfläche der Coquillen festsetzen, einzuschränken, wenn dies auch bei der Neigung des Hartwalzeneisens zu Blitz- oder Funkenausscheidungen nicht immer gelang.

Eine Verbesserung in dieser Hinsicht sollte die von F. R. Wheeldon in Wolverhampton vorgeschlagene Giessform für Polirwalzen bieten. (Dingler's Journal 1867, I., S. 269.) Das Eisen wird durch ein hartes Eingussrohr, aus Eisen oder Thon gefertigt, geleitet und der Eingang in dieses Rohr durch ein Ventil geschlossen, solange der Eingusstrichter noch nicht vollkommen gefüllt ist. Das Mitreissen von Luft und das hierdurch in der Form entstehende heftige Wallen, welches hauptsächlich die Bildung von Eisengranalien verursacht, sollte hierdurch ganz vermieden werden, doch geschah dies auch bei den von Martins und Wachler angegebenen Formenconstructionen für harte Walzen.

Grosse Verschiedenheit bestand und besteht zum Theil noch hinsichtlich der Eisenstärke der Coquillen und erscheinen in dieser Hinsicht zwei Wege neben einander eingeschlagen gewesen zu sein.

a) Guss von Hartwalzen aus grauem feinkörnigen Eisen und **sehr dicken** Coquillen.

b) Guss von Hartwalzen aus mittel- oder starkhalbirtem Eisen **in dünnen** Coquillen.

Nimmt man z. B. an, dass in England sehr lange Zeit Walzen von 575 mm Durchmesser in 315 mm dicken Coquillen gegossen worden sind, so ergiebt dies Coquillen, die um 10—11 Proc. schwerer sind als die Walzen, während in Oberschlesien gegossene Polirwalzen von 450 mm Durchmesser bei 140 mm dicken Coquillen ein Verhältniss des Walzen- oder Coquillengewichts von $\frac{100}{66}$ ergeben.

Seraing hatte seiner Zeit für 1950 mm lange Blechwalzen Coquillen von 22000 kg Gewicht.

Es wird wiederholter Versuche bedürfen, um in dieser Hinsicht das richtige Verhältniss zu finden und es wird ausser auf die Coquillendicke auch auf die Grösse der Walze an sich bei der Wahl des Eisens Rücksicht zu nehmen sein.

Bezüglich der Bildung der Hartschale ist noch darauf hinzuweisen, dass sie sich sehr rasch ansetzt, denn der Verfasser beobachtete in einem Falle, wo nach geschehenem Volllauf einer Form eine Lücke entstanden oder das noch flüssige Eisen in die Dammgrube getreten war, dass bereits 60—70 mm Hartschale vorhanden waren, nach innen in Krystallspitzen verlaufend.

Manche Werke haben wiederholt den Versuch gemacht, auch Kaliberwalzen in längsgetheilten und mit Eisenbändern fest zusammengezogenen Coquillen zu giessen, z. B. Seraing.

Ganz eigenthümliche Coquillen hat man in der Neuzeit versucht, welche eine gewisse Milderung der Abschreckung auf der Oberfläche hervorrufen sollten und zu diesem Behufe eine mehr oder minder starke Ausschlichtung der Innenfläche zum Ziele hatten.

Eine solche Idee sucht das Verfahren der sehr bekannten Walzenfirma E. Peipers und Co. in Siegen (D. R. P. Nr. 79523) zu verwirklichen. Es besteht darin, die Walzen in Hartschalen zu giessen, welche auf der Innenfläche zahlreiche Längseinschnitte haben, die mithin der Walzenachse parallel liegen.

Ueberzieht man die Innenflächen nunmehr mit einer schlecht leitenden Schwärze, z. B. aus Formsand, gemahlenen Cokes und Graphit oder ähnlichem Material in gleichmässiger Stärke von wenig Millimetern und glättet dieselbe, so bildet sie einen haltbareren Ueberzug, als hätte man sie auf die glatte Fläche gebracht und schreckt nicht so stark ab.

Das Formen in Coquillen geschieht meist auf folgende Art:

Man stellt die gut gereinigte Coquille oder Kapsel auf den Hüttenboden, steckt in deren Oeffnung einen Holzcylinder von gleichem Durchmesser, bringt diesen durch Sand u. s. w. in einen festen Anschluss an die Coquille, steckt ferner in eine oben an diesem Holzcylinder angebrachte dreieckige Oeffnung ein hölzernes Zapfenmodell auf, umgiebt dieses mit einem Formkasten und stampft Sand ein.

Man hebt nun den Zapfenformkasten ab, dreht die Coquille um, und verfährt hier mit dem anderen Zapfen ebenso; der Formkasten dieses zweiten Zapfens unterscheidet sich von dem des ersten blos dadurch, dass dieser eine Oeffnung für den Einguss hat, jener aber nicht; in diese besagte Oeffnung steckt man beim Einstampfen des Sandes ein Holz bis zum Modell ein, um nach Abhebung des Formkastens hier die Mündung des Giessloches zu bilden.

Man zieht den Holzcylinder aus der Coquille, die Modelle aus dem Zapfenformkasten, wärmt alle Theile gut an und setzt sie hierauf nach und nach in eine Grube; man beginnt mit dem Zapfen, welcher die Mündung des Giessloches auf seiner Oberfläche enthält; hat man seinen Formkasten ausgestampft, so setzt man in die Mündung des Giessloches einen Propfen aus Lehm und führt alsdann beim ferneren Ausstampfen vermittelst einer Stange das Giessloch weiter. Dies geschieht für kleinere Walzen im Hüttenboden selbst und setzt man alsdann nur einige Formkästchen auf, wenn man über die Hüttensohle kommt; für grössere Walzen geschieht es in Formkasten von unten bis hinauf. Auf diese Formkasten setzt man wieder einen Eingusskasten mit einer napfförmigen Höhlung im Sande; auf den oberen Zapfen setzt man einen Formkasten für den verlornen Kopf. Das Giessen und Rühren geschieht wie beim Sandgusse.

Denkt man sich in der auf Seite 276 befindlichen Figur 137 den dritten Formkasten (von oben an gerechnet) durch eine massive eiserne Kapsel, Coquille, ersetzt, so hat man eine Hartwalzenform, bei der die Abmessungen der Kapsel maassgebend sind.

Vorhergehendes giebt im Allgemeinen den Gang beim Formen und Einstampfen an; in besonderen Fällen finden jedoch Abweichungen statt:

1) Befindet sich im Kapselinventar eine von geeignetem inneren Durchmesser aber grosser Länge, und wollte man in dieser Coquille einen weit kürzeren Polircylinder für grosses Flacheisen giessen, so machte man die Form des oberen Zapfens aus Lehm und hing ihn in die Coquille der Art ein, dass diese auf die verlangte Höhe verkürzt wurde. Aehnliches geschah mehrmals bei den langen Blechcylindern.

2) Die kurzen Blechwalzen werden gewöhnlich hohl gegossen; auf einer Kernspindel von Schmiedeeisen bildet man über Stroh einen Lehmkern, steckt diesen vertikal ein, so dass das Ganze genau concentrisch ist und verfährt dann im Uebrigen wie gewöhnlich.

Fasst man Alles zusammen, so werden zwei entgegengesetzte Bedingungen an die Hartwalzen gestellt:

1) Sie sollen sehr hart sein, um nicht zu schnell abzunutzen.

2) Sie sollen nicht spröde sein, um nicht durch Stösse leicht zu zerbrechen, um bei der Bearbeitung nicht zu viel Zeit und Kraft und Werkzeug zu erfordern, endlich um nicht nach dem Giessen beim Abkühlen zu zerspringen.

Das Abdrehen der Hartwalzen ist eine so wichtige Arbeit, dass es nothwendig ist, auch darüber Einiges mitzutheilen.

Eine von Mrs. Claridge, North & Co. zu Bilston construirte und für die West Stockton Iron Company ausgeführte Drehbank, welche in den früheren Auflagen dieses Werkes, Taf. XXVII, Bd. II, mitgetheilt worden war, besass zunächst eine eigene liegende Dampfmaschine von etwa 6—8 Pferden, welche eine mit einem kleinen Schwungrad versehene Welle trieb, von der aus mittelst einer Getriebeumsetzung von 1 : 6 die Bewegung nach der nächsten Transmissionswelle übertragen wurde. Von hier aus liessen sich mittelst eines doppelten, verschiebbaren Kuppelungsgetriebes zweierlei Geschwindigkeiten des Vorgeleges bei demselben Gang der Maschine für die dritte Welle herstellen, und zwar für das Drehen der Walzentafel selbst, der eigentlichen Hartgussfläche eine nochmals sechsfach verringerte, für das Drehen der Laufzapfen, das Abstechen des Kopfes u. s. w., überhaupt für alle Arbeiten im weichen Eisen des Gusses eine etwa $^{11}/_{4}$fach vergrösserte Geschwindigkeit. Diese dritte Welle übertrug nunmehr die Bewegung mit einer $^{5}/_{2}$fachen Verzögerung auf die eigentliche Drehbankspindel und den abzudrehenden Körper selbst, so dass sich für die einmalige Umdrehung der Walzen respective 90 oder 41,25 Touren der Maschine ergaben, je nachdem die Hartgussfläche oder die Laufzapfenfläche abgedreht werden musste.

Aus dieser ganzen Anordnung ergab sich weiter die ausserordentliche Anpassfähigkeit des Apparates in Betreff der Erzeugung einer möglichst verschiedenen und doch constanten Bewegung.

Die Verschiedenheit konnte erstens hervorgebracht werden durch die Tourenzahl der Maschine, die beiläufig einen Schwungkugelregulator besass, um auch eine mögliche Gleichförmigkeit der einmal eingeleiteten Bewegung zu verbürgen. Demnächst classificirten sich die verschiedenen Geschwindigkeiten in zwei grosse Gruppen mittelst der angedeuteten Transmission: in die für eine Hartgussfläche und die für eine Weichgussfläche passendsten Zahlengruppen, deren Glieder unter sich nur im directen Verhältniss zu den Radien der abzudrehenden

Cylinder noch variiren konnten, da stets eine constante Peripheriegeschwindigkeit für jede der beiden Eisensorten eingehalten werden musste.

In der eben geschilderten Unabhängigkeit der Bewegungszahlen von irgend einer anderen Arbeitsmaschine lag ein Hauptvorzug einer solchen Drehbank; bekanntlich stösst die Anfertigung der Hartwalzen überall da auf besonders grosse Schwierigkeiten, wo dergleichen neben anderen Dingen und mit diesen abwechselnd auf Drehbänken bearbeitet werden sollen, welche ursprünglich nur zu Guss- oder Schmiedeeisen, allenfalls zu Stahlartikeln bestimmt und in ihrer Bewegung von einer einzigen Betriebskraft abhängig sind. Diese arbeitet für die ganze Werkstatt und überträgt durch Riemenscheiben die Geschwindigkeit auf 4—6fach abgestufte Scheiben der Arbeitsmaschinen, so dass der Dreher wenig Auswahl hat und nur in ganz beschränkten Raumgrenzen mit Vortheil arbeiten kann.

Sobald Hartguss auf solche Bänke kommt, gehen dieselben meist zu rasch, wenn auch die Transmission auf das äusserste Maass der Verzögerung gebracht worden ist, und man muss sehr häufig die ganze Werkstatt einer Hartwalze wegen langsamer arbeiten lassen.[1])

Selbstverständlich schwindet dieser Nachtheil da, wo die Walzenfabrikation die Hauptspecialität eines Werkes oder einer Drehwerkstatt ist; daher dürfte ein solcher Grad der Unabhängigkeit nur in Sonderanstalten, besonders aber in den Walzendrehereien der grossen Eisenwerke vorkommen, welche heute wohl alle Walzen selbst machen, mit Ausnahme vielleicht der glatten Hartwalzen.

Eine speciell für solche Zwecke eingerichtete Walzendrehbank ist auf Taf. XXIX abgebildet und gestattet das Einlegen zweier Walzen gleichzeitig, welche später bestimmt sind, mit einander zu arbeiten.

Das ist heut zu Tage die gebräuchlichste Anordnung, weil jeden Augenblick die Controle der Arbeiter möglich ist und man etwaige Mängel der Kalibrirung jederzeit abzustellen vermag.

Die Construction ist leicht verständlich und man erkennt bequem, dass der eine der Lagerständer fest, der andere verstellbar ist und wie ein Walzwerksständer auf der Sohlplatte festgekeilt werden kann.

Es sind zwei Supporte vorhanden, welche mittelst Schraube u. s. w. verstellbar sind und von denen jeder ein Gehäuse für cylindrische, sowie für normal zur Achse stehende Kaliberflächen hat.

Die Transmissionsvorrichtung ist mit einer Ausrückkuppelung ausgestattet, welche einen Wechsel der Bewegungsgeschwindigkeiten erlaubt, wie im älteren Beispiel.

Bei einer Drehbank für glatte Hartwalzen müssen die Einrichtungen für die Supporte etwas anders sein.

Von einem Lagerbock zum andern läuft, auf beiden aufliegend, ein winkelschienenartig geformter gusseiserner, als Support dienender Längsstab, welcher das Auflager für den Drehstahl bildet.

Dieser, ein 150 mm langes, 37,5 mm starkes quadratisches Prisma mit gekehlten Langseiten, hat vier geschärfte Kanten und liegt in dem obigen Support, wo er durch Keile und Einlegestücke von der Hinterwand desselben weg- und gegen die Walzenperipherie gedrückt wird.

1) Vielleicht überwindet man diese Schwierigkeiten am Besten durch elektrischen Antrieb.

Es greift derselbe eine Kleinigkeit unterhalb der Durchschnittslinie einer durch die Walzenachse gelegten Horizontalebene und der Oberfläche der Walze die letztere an — in einer Höhe, deren Lage sich nur durch Erfahrung bestimmen lässt.

Da man für jeden Walzendurchmesser die entsprechenden Lagerböcke nebst Support vorräthig haben muss, so ist eine Innehaltung dieser einfachen aber sehr festen Auflageverhältnisse leicht ausführbar. Ist die Schneide stumpf, so legt man einfach den Stahl, um 90° gedreht, mit seiner nächsten Kante an und lässt die Einstellung ganz unberührt, denn es ist leichter, einen genau quadratischen Stahl mit parallelen Schneiden herzustellen, als eine nochmalige Einstellung des Supports und der Verkeilung genau zu bewirken.

In das Gebiet des Walzengusses gehört vielleicht noch die Zerkleinerung solcher Producte, nachdem sie durch Brüche u. s. w. entwerthet in die Reihen der Rohstoffe zurücktreten.

Gewöhnlich zerschneidet man die Walzen durch Eindrehen tiefer Rillen und Eintreiben von Keilen, wenn man nicht vorzieht, sie ganz zu verarbeiten, natürlich nur in Flammöfen.

Ein Zerrammen ohne Einschneiden dürfte kaum empfohlen werden, würde auch bei Flusseisen- oder Stahlwalzen ergebnisslos sein.

Neben diesen einfachen, d. h. geläufigen Mitteln hat man verschiedentlich andere Wege in Vorschlag gebracht, von denen hier einer nur erwähnt werden soll.

Montandon, Director der Petin Gaudet'schen Werke zu St. Chamond, liess zum Zerkleinern von grossen Gusseisen- und Stahlwerken das nachstehende Verfahren anwenden. (Armengaud Génie industr. 1868, Oct., S. 195, Dingler 190, S. 473.)

Man bohrte in der Mitte des Stückes ein cylindrisches Loch von 6—7 cm Weite und 25—30 cm Tiefe, füllte es mit Wasser und verschloss es mit einem gut passenden stählernen Stöpsel; dann liess man den zu einer gewöhnlichen Fallhöhe mehrerer Meter gehobenen Klotz einer Ramme darauf fallen.

Die Masse zertheilt sich sofort in mehrere Stücke, als wenn sie durch einen starken mit verschiedenen schiefen Flächen versehenen Keil getrennt worden wäre. Das Wasser ist imcompressibel und transmittirt den erhaltenen Schlag gleichmässig nach allen Seiten.

Eine halbe Blechwalze von 75 cm Durchmesser sprang in 4—5 Stücke, die nur 10—12 m weit vom Hammer wegflogen.

Gut ist es, den Stöpsel in seiner Basis kreisförmig auszubauchen, um das Andrücken der Basis an die Wände der Oeffnung zu steigern; hermetischer Verschluss ist natürlich selbstverständlich.

Eine feine schraubenförmige Rille auf der Aussenseite des Stöpsels gestattet der Luft, die sich eventuell über dem Wasser befindet, zu entweichen, sobald der Stöpsel angetrieben wird.

Gewöhnlich reicht ein Schlag der Ramme hin, um Stücke von 80—90 cm Durchmesser zu zersprengen und ein Stöpsel aus gutem Stahl kann mehreremal angewendet werden.

An die Walzenfabrikation schliesst sich gewissermaassen noch die Herstellung anderer harter Walzwerkstheile an.

Um Walzwerksgetriebe mit harten Zähnen zu giessen, hat sich Fr. R. Wheeldon zu Wolverhampton ein Verfahren patentiren lassen (Nr. 555, 8. Dec., Engineering 1872, Vol. XIII, S. 83), das wesentlich darin besteht, für jeden Zahnintervall eine radial geschnittene Coquille, welche mit den benachbarten auf der Mitte der Zahnaussenfläche zusammenstösst, anzuwenden.

Diese Coquillenstücke werden durch einen oder zwei Reifen von Schmiedeeisen zusammengehalten und das Ganze wird mit der Formmasse umstampft.

Bei grösseren Rädern lässt man die Kapseln nicht zusammenstossen, sondern macht sie nur wenig breiter als die Zahnintervalle. Es ist nicht angegeben, ob dabei die Coquillen mit der Formmaschine in die Form gesetzt werden oder dadurch, dass man sie auf ein Zahnmodell steckt und dann einstampft.

Auch die Zapfen können in derselben Weise hart gemacht werden.

Jedenfalls verwendet man zum Guss solcher harter Räder ein sehr festes Eisen, weil mit der Härte der Zähne ihre Sprödigkeit wächst und weil diese Eigenschaft speciell für den Walzwerksbetrieb, auf den es hier abgesehen ist, mindestens die gleichen Nachtheile hat, als eine zu grosse Weichheit der Zähne. Nach der von Wheeldon gegebenen Skizze beträgt die radiale Dicke der geschlossenen Coquille wenigstens $1^1/_2$—2 Zahnhöhen ausserhalb der Zahnaussenfläche. Bei den einzelnen und getrennten Zahncoquillen ist das Verhältniss mindestens 2—$2^1/_2$, sobald nicht die ganze Zahnfläche abgeschreckt wird. Auch hier ist die Verwendung des Stahls der Entwickelung des Hartgusses hinderlich geworden und ist die Herstellung der Zahnräder für Walzwerke und dergl. Gegenstand der Thätigkeit zahlreicher Werke, z. B. der Gutehoffnungshütte, der Gelsenkirchener Gussstahl- und Eisenwerke, der Firmen Krupp, Grusonwerk u. A. geworden.

Vielfach formt man dieselbe mit Maschinen, wo, wie früher gezeigt, bei der Zahnconstruction Rücksicht darauf genommen werden muss, dass das Zahnmodell ohne Abreissen sich ausziehen lässt.

2. Kapitel.

Der Geschützguss.

Nachdem bereits im Anfang dieses Jahrhunderts der Kanonenguss aus Eisen aufgegeben worden war und zunächst die Bronce, dann der Stahl in die Reihe der Geschütz bildenden Materialien herrschend eingetreten waren, haben die Amerikaner, Schweden und Russen bei der Vergrösserung der Marinegeschütze zuerst wieder daran gedacht, aus ihren ausgezeichneten Roheisensorten Kanonen zu giessen, und zwar nach einer durch die Kolossalität der Geschütze bedingten neuen Methode, die nach ihrem Erfinder, dem amerikanischen Kapitän Rodman, benannt worden ist.

Das Material der Geschütze anbetreffend, finden sich wesentlich zwei Richtungen in der Fabrikation vertreten:

1) Die Auswahl unter den käuflichen Roheisensorten und deren Untersuchung und Probe.

2) Die Auswahl unter den vorhandenen Erzen und ihre Verarbeitung unter stetem Hinblick auf den Kanonenguss.

Der erste Weg musste in Amerika betreten werden und wurde mit amerikanischer Energie und Ausdauer verfolgt, bis gute Resultate sich zeigten; der zweite Weg konnte von den Schweden und Russen eingeschlagen werden, deren Domanial- und Staatshütten im Besitze ausgezeichneter Erze sich befanden.

Auch in Oesterreich hat man gleichzeitig Versuche mit dem Rodman'schen Verfahren gemacht, dieselben haben indess zu keiner Entscheidung geführt. (Vergleiche neuere Erfahrungen über Geschützguss in Eisen von J. v. Ruttner in den Jahrbüchern der k. k. Bergakademien 1872, XXXI, S. 43; daraus Dingler 1872, Vol. 206, S. 451.)

Die schwedischen und russischen Verhältnisse greifen natürlich sehr in das Gebiet des Hochofenbetriebes hinüber, die amerikanischen dagegen haben eine Menge höchst interessanter Experimente zur Folge gehabt, welche für die Kenntniss des Roheisens überhaupt von Werth sind und von denen im Folgenden einige mitgetheilt werden.

Nach Berichten des oft citirten englischen Giessereifachmannes R. Mallet im Practical Mechanics Journal, Jahrgang 1867, III. Serie, Vol. III, wurde nach vorgängigen Versuchen über Festigkeit überhaupt u. s. w. zunächst der Zeiteinfluss im Bezug auf die Dauer des Schmelzens untersucht.

Als bekannt war damals vorausgesetzt, dass der Widerstand des grauen Eisens wächst, wenn dasselbe in einem Flammofen öfter wieder umgeschmolzen ist und dann derselbe Einfluss auch durch längere Dauer des flüssigen Zustandes bewirkt werden kann.

Es ergaben sich mit einer Legirung aus vier Theilen Qualitätsmaterial (Ameniaeisen) und einem Theil gewöhnlichem Cokeseisen, deren respective Eigenschaften leider nicht näher erwähnt werden, nachstehende Veränderungen.

Nach der dritten Schmelzung und 7,45 Stunden nach der eingetretenen vollkommenen Flüssigkeit des zweiten Schmelzens hatte das Eisen von 7,150—7,343 an specifischem Gewicht zugenommen, während die Festigkeit auf das 1,85fache gestiegen war.

Weitere Versuche mit einem anderen vorzüglichen Material (Greenwoodeisen) ergaben durch mehrmaliges Schmelzen ähnliche Resultate, wobei auch die Zunahme der Härte beobachtet wurde.

Der Umstand, dass graue und weisse Sorten desselben Eisens untersucht wurden und man nicht genau erkennen kann, wie oft die Letzteren umgeschmolzen wurden, macht aber die Resultate wenig brauchbar.

Das graue Eisen zeigte ein Wachsen des specifischen Gewichtes von 7,032—7,301 der Festigkeit auf mehr als das Doppelte, der Härte aber auf das $3^1/_2$fache.

Die letztere wurde durch Aufdrücken eines Stahlpunzen mit bestimmtem Druck gemessen; der Punzen hatte ein pyramidenförmiges Ende mit scharfen Kanten, 2,5 mm hoch und mit rhombischer Basis von 2,5 mm und 5 mm Durchmesser. Dieser Punzen wurde auf eine polirte plane Fläche des Eisens aufgesetzt und einem constanten

Druck von 5000 kg ausgesetzt. Dann wurde die Tiefe der Höhlung gemessen.

Würde angenommen, dass die Härte umgekehrt proportional dem Volumen der Höhlung oder dem Kubus der Tiefe l sich verhält, dass ferner die der Tiefe l = 10 entsprechende Härte durch das Volumen der ganzen Spitze = 3,333 ausgedrückt werde, so würde der allgemeine Ausdruck für die Härte =

$$\frac{16^3}{l^3} 3{,}333 = \frac{3333}{l^3}$$

sein.

Bemerkenswerth ist noch, dass die drei Eigenschaften des Eisens nicht im gleichen Verhältniss wachsen.

Auch der Einfluss verschiedener Mischungsverhältnisse liess sich ebenfalls merken.

Dasselbe Eisen, Greenwood, und derselbe Cupolofen, wie im vorigen Falle, ergaben folgende Erfahrungssätze: [1])

1) Graues Eisen, zu helleren Sorten zugesetzt, vermehrt die Dichtigkeit, wie es die wiederholten Schmelzungen thun.

2) Die Festigkeit wächst bis zu einem gewissen Grad der Dichtigkeit und nimmt von da an ab.

3) Die Härte wächst mit der zunehmenden Dichtigkeit auch über die Grenze des Maximums der Festigkeit hinaus. (7 einzige Ausnahme.)

4) Dichtigkeit, Festigkeit und Härte sind gleichmässig geringer in den aus Eingüssen und Läufen geschnittenen Barren, als in den gegossenen.

5) Die drei Eigenschaften wachsen regelmässig wie die der gegossenen Probebarren.

6) Die Zähigkeit der Läufe erreicht ihr Maximum nicht zur selben Zeit, wie die der Probebarren eintritt.

7) Die grösste Dichtigkeit der Eingüsse (7,290) ist geringer als die Dichtigkeit, welche der grössten Zähigkeit der Probebarren entspricht.

Hierbei ist indess anzunehmen, dass bei längerem Verweilen des Eisens im Cupolofen oder bei fortgesetztem Umschmelzen die Dichtigkeit der Gänze doch denselben Werth erreicht, den die Probebarren bereits haben.

Weitere bereits 1851 in Pittsburg beim Guss der 8- und 10zölligen Columbiaden genannten Geschütze gemachten Erfahrungen bestätigen ebenfalls die zuletzt ausgesprochene Ansicht, denn die Versuche mit dem Material dieser Geschütze ergaben eine Steigerung des specifischen Gewichtes und eine Zunahme der Festigkeit, allerdings nicht in ganz gleichem Maasse wie vorher, doch aber merklich.

1) Von jeder Mischung wurde eine Kanone zugleich mit dem Probebarren abgegossen und andere Barren wurden aus den Eingüssen und Läufen dieser Güsse geschnitten und ähnlich verarbeitet.

Weitere Versuche mit sehr verwickelten Gemischen[1]) liessen erkennen, dass die Mischungen gleichen Eisens bessere Ergebnisse zeigen als die fremder Sorten.

Der ebenfalls untersuchte Einfluss der Windtemperatur auf die Eigenschaften des Eisens beziffert sich dahin, dass das specifische Gewicht von 6,984 auf 7,071 und die Festigkeit um nahe $^1/_7$ verschieden war, je nachdem der Wind 250° oder die gewöhnliche Temperatur hatte.

Hinsichtlich des gleichfalls untersuchten Einflusses der Temperatur und der Natur der Gussformen auf die Beschaffenheit des Eisens ergaben sich nachstehende Erfahrungssätze:

1) Die Temperaturabnahme hat weniger Einfluss beim Masseguss als beim Guss in grünem Sande.
2) Die Festigkeit wächst langsam mit der Temperaturabnahme in den Massegüssen, während sie in den Sandformen rasch abnimmt.

Der Querschnitt der Stäbe war 1250 qmm und die Entfernung der Aufhängepunkte etwa 0,5 m.

Betrachtete man den Unterschied zwischen den oberen und den unteren Schichten der Ofenladung, so stellte sich weiter heraus, dass die Probebarren der oberen Schichten dichter und fester waren als die der unteren, wogegen die Köpfe nicht gleiche Uebereinstimmung zeigten.

Eine 1848 in Boston gegossene 24pfündige Kanone wurde bis zu 0,75 m unter dem Einguss aus den unteren Schichten des Flammofens abgestochen und zeigte Undichtigkeiten in der Mitte und am Ende, während der Rest aus den oberen Schichten dargestellt war. Die Prüfung einer Probebarre und verschiedener Stäbe, die aus der Kanone ausgeschnitten wurden, ergab eine auffällige Schwäche des Eisens an dem verlornen Kopfe, welche man der an dieser Stelle öfters eintretenden grösseren Porosität, d. h. dem mangelnden Drucke, zuschreiben kann; die in einzelnen Theilen des Gussstückes beobachtete weitere Abnahme der Festigkeit jedoch war jedenfalls durch die geringe Wärme der zuerst in die Form gelangten Schmelzschichten verursacht.

Der Einfluss der verschiedenen Erhitzung von Gusseisen zeigte sich noch sehr scharf bei den 1851 in Boston geschehenen Proben, wo verschiedene Theile der Eingüsse und des verlornen Kopfes probirt wurden, sowie zwei besonders geformte und gleichzeitig mit der Form gefüllte Probebarren, die nachher durch die Nähe des verlornen Kopfes eine Art Tempern oder Nachglühen angeblich erfahren hatten.

Eigenthümlich erschien nun das Verhalten des Eisen in dem einen dieser Probestäbe, welches durch das stärkere Tempern gleichzeitig an specifischem Gewicht und an Festigkeit verloren hatte, während im Uebrigen die grössere Festigkeit sich immer an das geringere specifische Gewicht zu halten schien.

Hieran schliessen sich in der amerikanischen Quelle weitere Tabellen über die Haltbarkeit des Eisens in den Kanonen an verschiedenen

1) Amerikanische Officiere sahen in Philadelphia eine Rädergiesserei, deren Cupolöfen mit vierzehnerlei verschiedenen Eisensorten gleichzeitig beschickt wurden und glaubten es nachmachen zu müssen.

Stellen der Geschütze und Betrachtungen über die Prüfung der Geschütze, welche, ebenso wie Bemerkungen von Mallet über den Einfluss der Zeit auf die Festigkeit der Güsse, wonach die Lagerung der kleinsten Theile um so vollkommener stattfinde, je länger nach der Fertigstellung des Geschützes die Proben einträten, nicht immer einwandfrei und für die Giessereitechnik belanglos sind.

Nur das mag hier noch stehen, dass die Lagerzeit vom Guss bis zu der Probe einen guten Einfluss auf die Güte des Geschützes ausgeübt zu haben schien (nur durch Mikrographie zu entscheiden).

Auffallender erscheint der Einfluss des langsamen Abkühlens auf die Festigkeit der Güsse. Es wurde ein Versuch zu Boston bereits 1847 angestellt, indem man zwei Sechspfünder aus demselben Ofen abstach, wovon einer gewöhnlich abgekühlt, der andere in eine rothwarme Form gegossen wurde, welche durch ein Feuer in der Dammgrube erhitzt war.

Das zweite Rohr hielt etliche Schüsse mehr aus als das erste.

Bezüglich des früher genannten Giessereiverfahrens des Obersten Rodman ist vor Allem zu bemerken, dass es hauptsächlich auf der Benutzung der Wasserkühlung in der Kernspindel des Kanonenrohres bei gleichzeitig äusserer Erhitzung der Form nach dem Gusse beruht. Dadurch wird eine moleculare Veränderung hervorgebracht, die bei keinem anderen Guss in gleicher Weise vorkommt.

Das Festwerden beginnt dabei inwendig und die äussersten Partien bleiben am längsten flüssig.

Hiernach ist es klar, dass durch dieses Verfahren jede äussere Schicht sich an eine gekühlte und theilweise erstarrte Schicht anlegt und dadurch dieselbe Wirkung hervorbringt, als triebe man auf jede innere Schicht eine äussere, die man zuvor durch Hitze ausgedehnt hätte.

Sind sämmtliche Schichten zur gleichen Temperatur abgekühlt, so werden die inneren durch die äusseren comprimirt und letztere wirken gewissermaassen wie heiss aufgetriebene Ringe, so dass eine Kanone, auf diesem Wege dargestellt, von grosser Festigkeit sein kann.

Man wird indessen den entgegengesetzten Fehler zu vermeiden haben: dass nämlich durch eine zu grosse Abkühlung des Inneren eine solche Anspannung der äusseren Schichten verursacht wird, dass dieselben bersten und reissen, ehe sich die gesammte Widerstandsfähigkeit der inneren Schichten entwickelt hat.

Doch ist hinzuzufügen, dass der Grad der Zusammendrückung, der in massiv gegossenen Kanonen schädlich wirkt, in den hohl gegossenen einen brauchbaren Einfluss hat; daraus folgt, dass der zweite Darstellungsweg die Anwendung eines weisseren Eisens gestattet als der erste, wohl verstanden, solange eine gewisse Grenze nicht überschritten wird. Die Verschiedenheit des Schwindens ist nicht minder an der Spannung schuld, als die unklar ausgedrückte Temperaturdifferenz der Lagen beim Erstarren der Aeussersten.

Im Bezug auf die Einzelheiten des Gusses ist nachstehendes nach Mallet's Anführungen (a. a. O. S. 293), wo auch Skizzen der heute nicht mehr vorhandenen Einrichtungen sich finden, mitzutheilen. Die Dammgrube hatte Raum zu einem Formkasten und war aus Backsteinen gemauert; in ihren Wänden waren zwei vertikale

Kanäle ausgespart, welche den Luftzutritt nach mehreren Rosten vermittelten, die am Boden der Dammgrube, rund um den Formkasten, lagen.

Die Dammgrube selbst war oben mit Platten eingedeckt und ein Kanal führte aus dem Inneren zu der Esse des nächsten Flammofens, um nach dem Guss den nöthigen Zug herzustellen; während des Schmelzens wurde derselbe mit einem Register verschlossen.

Auch waren besondere Platten angeordnet, welche den Formkasten vor der zerstörenden Wirkung des Feuers schützen sollten. Der Formkasten bestand aus zwei halbcylindrischen Stücken, die ähnlich wie die vorher besprochenen Walzenformkasten mit Flanschen aneinander geschraubt waren und unten ein konisches Ende hatten.

Von den Eingusstrichtern und Kanälen mündete einer in den Grundzapfen des Rohgeschützes, der andere in die Culasse; beide hatten indess noch mannigfache Verzweigungen.

Bis zu den Zapfen füllte man die Form durch die Eingusstrichter, von da ab durch die obere Oeffnung der Form, unter lebhaftem Giessen, um alle Unreinigkeit aus den Zapfen herauszutreiben.

Der schwach konische Kern trug ein Hanfseil von etwa 6 mm Dicke und darauf rund 20 mm Lehm, sein unteres Ende war angeschraubt und trug aufgeschweisste Nägel, welche den Lehm halten sollten.

Die Befestigung des Kernes selbst war so eingerichtet, dass eine dreiarmige Stütze mit zweifach rechtwinklig umgebogenen Enden, die auf dem Rande des Formkastens ruhten und dort verschraubt waren, auf dem oberen Ende der Kernspindel aufgetrieben und festgeschraubt wurde. Die Winkel umfassten die Stützenarme und den Rand des Formkastens und wurden festgekeilt.

Weiter war ein Deckel für die Spindel, ein Zuleitungsrohr und ein Ableitungsrohr für das Kühlwasser vorhanden. Das Rohr für den Wasserabfluss nach dem Guss ging durch Form und Sand des verlornen Kopfes und wurde mit eingegossen.

Vor dem Gusse geschah die Füllung des Kernes mit Wasser, dann der Guss, Pumpen in den Eingüssen, um das Setzen zu vermeiden, welches indess seit der Einführung der neuen Flammöfen wesentlich abgenommen hatte.

Wenn die Form mit Eisen voll war, geschah das Entzünden des Feuers in der Dammgrube und es wurde der Wassereinlass so regulirt, dass die Temperatur des zufliessenden Wassers nicht höher als 37,5° C. stieg. Stündlich waren die Temperaturen zu notiren und aus dem Sinken derselben auf das Festwerden zu schliessen, dann war das Lockern des Kernes erforderlich.

Die Handgriffe hierbei waren nacheinander ein Ruck mit dem hinlänglich starken Krahn, dann das Nachlassen des Wasserzuflusses und die wachsende Erhitzung bis circa 100° C., das Verbrennen des Hanfes und Abblättern des Lehms, endlich ein plötzlicher Wasserzufluss zur raschen Abkühlung der Spindel und das Herausziehen derselben.

Auch beim Herausziehen des Rohres selbst fand Einleiten von Wasser in die Höhlung desselben statt und Abfluss durch das Abflussrohr, wobei ebenfalls die Temperatur stündlich notirt wurde.

Bei eintretendem Stillstand derselben war das Abbrechen des Feuers und der Wasserzulassung geboten. Eine achtzöllige Columbiade erfordert fünfzigfaches Gewicht an Wasser zur Abkühlung.

Ausser der eben geschilderten Rodman'schen Einrichtung ist noch eine andere, ebenfalls von Mallet (a. a. O. S. 295) mitgetheilte Gussanwendung für gusseiserne Kanonen bekannt geworden, welche einer Denkschrift: Mémorial de l'artillerie espagnole von dem Lieutenant Guillelmo Reinlein, 1863, entnommen ist, wo die Einzelheiten der Einrichtung und des Gusses einer 375 mm weiten Columbiade in der Werkstatt von Linapp, Rudds & Co. zu Pittsburg geschildert wird.

Die Hauptunterschiede gegen die anderen Methoden waren folgende:

1) Der Formkasten bestand aus vier Stücken, die paarweise zu jeder Seite des Längsdurchschnittes lagen und gegenseitig mit Flanschen verbunden wurden; die unteren Hälften waren flaschenförmig, die oberen cylindrisch.
2) Die Kernspindel war wegen des Abdrehens mit zwei Lagerzapfen versehen, von denen der eine abgeschraubt und durch eine wasserdichte Verschlussschraube ersetzt werden konnte.
3) Die Eingüsse liefen, wie das in den zugehörigen Figuren leicht zu erkennen ist, in der Masse bis herunter in den Zapfen und hatten in Abständen von 200—300 mm Abzweigungen nach der Form.
4) Die Sandstärke ist in der ganzen Form vollkommen gleich, so dass nur in der unteren Mittelzone die Stärke des Geschützes der Weite der Form entspricht.

Andere neuere Mittheilungen über den Guss eiserner Geschütze findet man ausser in der Ruttner'schen Abhandlung noch in Tunner's „Russlands Montanindustrie“ Leipzig, Felix, 1871, S. 124 u. ff., wo der Kanonenguss in Perm beschrieben wird und Zeichnungen der Schmelzöfen, wie der Formen gegeben werden.[1])

3. Kapitel.

Die Herstellung des Hartgusses zum Kriegs- und Eisenbahnbedarf.

Während die Herstellung der Hartwalzen im Bereich des Eisenhüttenwesens eine verhältnissmässig einfache Aufgabe der Hartgusstechnik bildet, und erst in neuester Zeit zum Gegenstand einer Sonderfabrikation sich entwickelt hat, wodurch denn auch die Ansprüche und

1) Siehe auch des Verfassers neueres Werk: Die Metalle und ihre Legirungen im Dienste der Heere und Kriegsflotten u. s. w. Hannover, Helwing'sche Verlagsbuchhandlung 1894.

mit ihnen die Schwierigkeiten bei der Ueberwindung derselben sich steigern mussten, gab die Anwendung des Hartgusses im Kriegs- und Eisenbahnbedarf zu einer weit bedeutenderen Gestaltung des Hartgusses Veranlassung.

Besonders waren es die Projectile und Räder, die viel und in grossem Maassstab zeitig angefertigt wurden, wenngleich der Stahl hier ebenfalls wie bei den kleineren Hartwalzen das Roheisen in grossem Maasse verdrängt hat.

Die Fabrikation der Hartgussgeschosse war immer ziemlich einfach, da der zu härtende Theil des Geschosses die ogivale Spitze und den nächsten Theil des cylindrischen Mantels desselben bildete.

Das Geschoss wurde in der Weise geformt, dass auf einer massiven Coquille und von äusserlich cylindrischer oder kelchartiger Gestalt die Formkasten für Mantel und Böden sassen und befestigt werden konnten. Im oberen Formkasten wurden bei hohlen Hartgussgeschossen die Kerne aufgehängt und befestigt.

Die Hauptsache bei der ganzen Projectilfabrikation war wohl, abgesehen von der Materialfrage, die Ermittelung des richtigen Schwindmaases für die beste Gusstemperatur des Materiales. Bekanntlich sind die Artillerie- und Marinebehörden stets sehr streng in der Abnahme gewesen und mussten ausserordentlich auf die Innehaltung der vorgeschriebenen Dimensionen sehen. Dadurch ergab sich von jeher für die Hersteller die Nothwendigkeit, mit dem Material genau bekannt zu sein und besonders die Erstarrungserscheinungen gut zu studiren. Auf dieser Kenntniss und den Mitteln zu ihrer Berechnung beruhte z. B. die Stärke der Gruson'schen Giesserei in Buckau-Magdeburg, welche nicht nur in Bezug auf Geschossguss in Coquillen das Bedeutendste geleistet, sondern für die ganze Entwickelung des Hartgusses wohl das Meiste gethan hat und mit der Ausbildung des Rädergusses, des Gusses von Herzstücken und einer ganzen Reihe anderer Hartgussgegenstände allen Wettbewerbern vorangegangen ist.

Diese Anstalt, heute unter der Firma Krupp-Grusonwerk, mit dem Krupp'schen Werke in Essen verbunden, begann wesentlich mit dem Laufräderguss, dem Guss von anderen Gegenständen des Eisenbahnbedarfs, fertigte dann im grössten Umfange Hartgussgeschosse und später Panzer, Panzerthürme, Panzerlaffetten, wobei allerdings nach und nach der Stahl das Hartgussmaterial verdrängte, so dass schon vor der Vereinigung der beiden Werke die Firma Grusonwerk auch die Stahlfabrikation eröffnet hatte.

Ausser Gruson haben sich noch andere Firmen frühzeitig mit Hartguss beschäftigt und namentlich waren es die Nordamerikaner und Oesterreicher, welche sich vorwiegend mit der Hartgussradherstellung befassten, während die Engländer Bedeutendes in der Herstellung von Projectilen geleistet haben, wo der Name Palliser-Woolwich wohl immer in der Geschichte des Geschosshartgusses genannt werden wird.

Der Räderhartguss ist von dem Hartguss für Eisenbahnbedarf der wichtigste Artikel und von Amerika her (wo sie Whitney in Philadelphia zuerst fabricirt hatte) nach Europa eingeführt worden, wo die mehrfach genannte Fabrik von Ganz & Comp. in Budapest sie zunächst anfertigte und es darin infolge des vorzüglichen einheimischen Materials

bald zu einer grossen Virtuosität gebracht hat. Von historischem Interesse ist es, die in Deutschland (Malapane, Sayn und Berlin) gemachten Versuche der Einführung zu verfolgen, nachdem ein Aufsatz von Baurath Henz im XI. Bande der Zeitschrift für Bauwesen „über Räder, Achsen und Achslager in Nordamerika" die Aufmerksamkeit des Handelsministeriums in Berlin auf diese Dinge gelenkt hatte, welchem zu jener Zeit auch das Bauwesen und die Eisenbahnen unterstanden.

Anstatt nach Nordamerika zu gehen und die Sache an Ort und Stelle zu studiren, betrat man den sparsameren Weg des Besuchs der in Oesterreich-Ungarn bereits bestehenden Anstalten und schickte den als Leiter der Dirschan-Werkstätte bekannten Maschinendirector Krüger in das Nachbarland, um sich über die Herstellung der Schalengussräder zu unterrichten.

Seine Reisenotizen bieten einige noch heute interessante Punkte, die hier kurz erwähnt werden.

In Betreff der Lage des Rades in der Form bemerkt Krüger u. a., dass der **Flansch oder Wulst nach oben** gerichtet war; früher war das Verhältniss umgekehrt. Die neuere Einrichtung wurde deshalb eingeführt, weil die Bahnelemente an dem Wulst beim Fahren am meisten auf Widerstandsfähigkeit in Anspruch genommen und bei der in Rede stehenden Lage das in der Form an den Kapselwänden aufsteigende Eisen bereits abgeschreckt ist und sich alsdann in noch bedeutenderem Maasse abschreckt, wenn es die Flanschfläche berührt und dadurch härter wird (?).

In Bezug auf die Dicke der Abschreckung wurde damals schon bemerkt, dass geringe Hartschalenstärken genügten (Krüger giebt $^1/_4$ Zoll = 7,5 mm an), wenn der Uebergang der strahligen Textur in die körnige überall, am ganzen Umfange des Rades, ein gleichmässiger war.[1])

Ueber die Dauer der Kapseln ist weiter ermittelt worden, dass die Kapseln bald nach dem ersten Gusse feine radiale Haarrisse bekamen, umsomehr, je häufiger man die Räder solange in den Kapseln lässt, bis die Nabe, deren Kern gleich nach dem Gusse herausgestossen wird, die gehörige Abkühlung erhalten hat.

Die Metalldicke der Schale betrug damals 65—80 mm.

Ausser der Anstalt in Budapest besuchte Krüger noch die Fabrik von J. Körösi in Graz, welche damals auch Räderguss trieb; Körösi hatte eine etwas andere Form des Rades adoptirt, woraus auch eine geringe Aenderung der Manipulationen hervorging.[2])

Ueber die Form des Körösi'schen Rades hat Krüger Nichts mitgetheilt, und soll es um circa 8 Proc. leichter als ein Ganz'sches und erheblich widerstandsfähiger gegen Stoss und Schlag als dasselbe gewesen sein. 30 Fäustelschläge à 10 kg von zwei sich ablösenden starken Arbeitern geführt, vermochten ein (mit einem Gussfehler behaftetes) Rad nicht zu zertrümmern; es war ein Schlag mit 1000 kg Fallgewicht

1) Gegenwärtig nimmt man die Hartschale wohl doppelt so dick, weil man die Qualität des Eisens eben genauer kennt als damals.

2) Das damalige Ganz'sche Rad war ein Doppelscheibenrad mit inneren Verrippungen an der Peripherie, so dass der Kern wie gezahnt aussah.

aus 4,5 m Höhe nothwendig, um eine Bruchfläche zu erlangen. Ein Ganz'sches Rad wurde angeblich schon von 6—10 Schlägen à 10 kg zertrümmert.

Die Fabrikationsmethode unterschied sich von der Ofener dadurch, dass Körösi erheblich härteres Eisen zu seinem Räderguss verwendete und seine Räder in Cokespulver temperte.

Gleich nach dem Guss wurde der Nabenkern durchstossen, nach einer Stunde circa das Rad aufgedeckt und in den Temperkasten (Dampfkesselfragment mit gusseisernem festem Boden und gusseisernem beweglichem Deckel über einer Rostfeuerung eingemauert) gepackt.[1])

Der Ofengang war nicht so hitzig, das Eisenkorn nicht so fein als bei Ganz; die Schalen waren auch etwas stärker construirt (120 bis 130 mm stark).

Von den deutschen Staatswerken wurde Malapane zunächst ausersehen, den Räderguss zu versuchen, und nachdem auch der damalige Chef der dortigen Giesserei, Inspector Petzeld (später in Gleiwitz), nach Budapest gegangen war, um die Fabrikation zu sehen, begann man die ersten Versuche, deren Vorbereitungen der Verfasser anfangs beiwohnte.

Als Hauptschwierigkeit bei dem Guss dieser Doppelscheibenräder in der Giesserei zu Malapane stellte sich zunächst die Abführung der Kernluft heraus.

Obgleich Kerne, Ober- und Unterkasten durch je vier, also acht Oeffnungen von circa 3 Zoll Durchmesser in den beiden Scheiben mit ihrer Masse sich berührten, gab das Luftentweichen doch zu mannigfachen Undichtigkeiten und Schweissnähten auf der zu oberst liegenden Radscheibe Veranlassung. Eine fast gleiche Schwierigkeit wurde durch das Feststellen des Radkernes hervorgerufen, dessen Heben bei erfolgendem Gusse eine ungenügende Beschaffenheit der oberen (inneren) Radscheibe hervorrief.

Die Kerne wurden zuerst aus dem gewöhnlichen Kernlehm, dann aber und mit bestem Erfolge aus Masse gefertigt. Die Ableitung der Luft war leichter zu bewerkstelligen und ein Kochen trat bald nicht mehr ein. Der Einguss war auf einen Minimaldurchmesser gebracht worden und ein Zerreissen des Nabenkernes seitdem nicht mehr vorgekommen.

Die Coquillen oder Hartschalen wurden später, um eine ungleichförmige Erwärmung zu vermeiden, in den Darrkammern der heissen Luft ausgesetzt und nicht mehr mit dem Brennstoff in directe Berührung gebracht, wie es zu Anfang geschah, wo dann die Stärke der Abschreckung von 10—25 mm und mehr schwankte.

Bei der weiteren Abkühlung verfuhr man so, dass, nach Hinwegnahme des Kastens und der Kapsel, das heisse Rad in trockenem Sande eingebettet und die freiliegende Nabe durch Wasser gekühlt wurde. Ganz freigelegt ward das Rad erst, wenn die Nabe nur noch Handwärme zeigte.

Das damals in Malapane verwendete Eisen war, wie bei dem sonstigen Hartguss des Werkes, halbirtes Eisen vom übersetzten Gang,

1) Es wurden immer 4—6 Stück auf einmal getempert.

doch von minder weisser Beschaffenheit. Man erzielte es durch eine Vermehrung des Eisensteinsatzes bei circa 20 Gichten und durch Vermeidung aller solcher milden Erze, welche Zink und Blei enthalten und ein Mattwerden des Eisens leicht veranlassen. (S. S. 298.)

Schon damals sah man alsbald ein, dass ein solches Verfahren, mit dem Hochofen zu arbeiten, nicht zu einem gleichmässigen Resultate führen konnte und dass Räderguss wie andere Zweige der Giesserei nur mit Hülfe von Cupolöfen vortheilhaft zu betreiben sein würden.

Aus dieser Hinsicht und aus anderen Gründen wurden die Versuche in Malapane bald eingestellt, da namentlich die Gussstahlscheibenräder neben den sonstigen Räderformen immer mehr Verbreitung gewannen.

Ueberhaupt erwies sich dieses Hartgussscheibenrad als recht geeignet, die Schwierigkeit des Hartgusses so recht zu zeigen und es gestaltete sich die erste Lehrzeit als ziemlich hart, besonders da, wo die abnehmenden Bahnbehörden eine übergrosse Aengstlichkeit an den Tag legten.

Während in der Heimath der Schalen- und Hartgussräder, den Vereinigten Staaten von Nordamerika, gegenüber den aus Europa importirten geschweissten Räderconstructionen dieselben neben grösserer Billigkeit der Herstellung auch eine für die dortigen Ansprüche hinreichende Festigkeit und Kranzhärte zeigten und daher bei dem rasch anwachsenden Bedarf des amerikanischen Netzes glatte Abnahme fanden, gelang ihre Einführung in Europa nur langsam und blieb zurück. Durch übertriebene und in ihrer Anordnung und Ausführung vollkommen unrichtige Proben unter Fallwerken wurde schon in Malapane u. a. O. vor 35 Jahren, also unter sehr mittelmässigen Betriebsverhältnissen (geringe Geschwindigkeit und geringe Achsenbelastung), die Einführung dieser vollkommen zureichenden, zudem rasch und billig herzustellenden Transportelemente erschwert und theilweise ganz gehindert.

Gebrauchsversuche, das einzig Entscheidende, sind zwar auch, leider aber vielfach in ganz ungenügender Weise, angestellt worden, ergaben aber dennoch bessere Resultate, als die Gewaltversuche.

Dort, wo es trotzdem gelang, Betriebe zu errichten, machte man nun ähnliche Erfahrungen bezüglich der Hartschalenbildung, wie man sie bei den Walzen in Fülle gesammelt hatte.

Auch hier erwies sich der allmälige Uebergang der strahlig erstarrten hellfarbigen Hartschale als unbedingt vortheilhaft und erforderlich und die Bruchstücke guter Räder, selbst die ältesten, zeigten auch diesen Uebergang der beiden Eisenausscheidungen in einander. Beim normal erstarrten Rad muss die Hartschale auf der Lauffläche an der inneren Kranzseite am stärksten sein, um der daselbst stärkeren Abnutzung zu begegnen, doch vermeidet man dabei gern jede den Spurkranz durchgängig verändernde Härte, weil sonst bei der Befahrung von Curven, Weichen u. s. w. das Absprengen von Stücken des Spurkranzes zu leicht eintreten kann.

Diese Erfahrungen wurden besonders in Oesterreich gemacht, wo, wie schon angedeutet, das Hartgussrad frühzeitig Eingang fand und noch heute hergestellt wird, wenn man auch von anderer Seite behauptet, es stünde auf dem Aussterbeetat.

Die Fortschritte in Oesterreich, wo ausser Ganz & Co. in Budapest noch die Staatsbahn zu Reschitza und eine andere Gesellschaft zu Dernö diese Räder herstellten, liessen sich schon früher würdigen, wenn man einen bezüglichen Bericht von Kerpely im Praktischen Maschinenconstructeur 1870, Nr. 8 u. 9, und darnach in Kerpely's Fortschritten der Eisenhüttentechnik durchlas. Es war daselbst auch die Skizze einer Form gegeben, welche mit den dem Verfasser damals selbst von competenter Seite gemachten Mittheilungen nicht ganz übereinstimmt. In der Kerpely'schen Formzeichnung (a. a. O. Taf. XXIX, Fig. 1) befindet sich der Spurkranz nach oben gekehrt, während die neuesten Erfahrungen in Budapest dazu geführt haben, den Kranz nach unten zu wenden. (Die Kerpely'sche Zeichnung ist sonst ohne Weiteres verständlich.)

Interessant sind die von A. Schröder, Ingenieur der österreichischen Staatsbahn, gegebenen Erfahrungen beim Betrieb mit Schalengussrädern, obwohl für den Giessereibetrieb selber Weniges daraus abgeleitet werden kann. Es beziehen sich die gemachten Mittheilungen in der Hauptsache auf Preis, Garantiezeit, Leistungsfähigkeit u. s. w. (Dingler's Journ. 190, S. 354.)

Auf Veranlassung des ungarischen Ministers für öffentliche Arbeiten u. s. w. wurden unter Aufsicht der Delegirten von neun Eisenbahnverwaltungen Ungarns am 15. und 16. December 1870 Proben mit Ganz'schen Rädern vorgenommen, die zeigten, dass die Anstalt einen hohen Grad von Sicherheit in der Fabrikation dieser Räder erreicht hat. Dingler 1872, 201, S. 78; nach Zeitschrift des Vereins der D. Eisenbahnverwaltungen 1871, Nr. 13.)

Seit jener Zeit hat sich der Räderguss dortselbst fortwährend weiter entwickelt und namentlich hat sich die allmälig erweiterte und vergrösserte Fabrik (mit einem Nebenetablissement zu Leobersdorf in Niederösterreich, das aber wesentlich für cisleithanische Panzerfabrikation errichtet werden musste) sehr bemüht, den Hartguss experimentell und wissenschaftlich aufzuklären.

Nachdem eine eingehende chemische Untersuchung aller Roheisensorten erfolgt war, welche nach Lage des Ursprungsortes für Budapest etwa in Betracht kommen konnten, entschloss man sich zum Erwerb bezw. eigenen Betrieb eines Hochofenwerkes („Petrovagora“ in Kroatien), woselbst nun ein graues Roheisen mit Holzkohlen erblasen wurde.

Aus diesem Roheisen unter Zusatz alten und neuen Räderbruchs eigener Provenienz wird ausschliesslich allen halbirten und weissen Roheisens, sowie aller Stahlabfälle das Rädermaterial hergestellt.

Die Gattirung bestand vor 3—4 Jahren noch aus 60 Proc. Roheisen und 40 Proc. Bruch (neue und alte Räder, Feingüsse, Proberinge u. s. w.).

Die analytischen Untersuchungen ergaben im Durchschnitt bei

	dem Roheisen	dem Zusatz	dem fertigen Rade
C . . .	4,0 —4,3 Proc.	4,0 Proc.	3,8 Proc.
Si . . .	1,2 —0,5 „	0,7 —0,8 „	0,6 „
Mn . . .	0,5 —0,7 „	0,6 „	0,4 „
P . . .	0,25—0,2 „	0,25 „	0,25 „
S . . .	0,02 „	0,03 „	0,05 „
Cu . . .	0,02 „	0,02 „	0,02 „

Geschmolzen wird mit dem besten dort erhältlichen Giessereicoks, nämlich dem von Hruschau in Mähren (bei Ostrau), während der von Fünfkirchen wohl als zu leicht verschmäht wird.

Zur genauesten Innehaltung obiger Zusammensetzung des Gemisches oder Satzes wird jeder einzelne Abstich beim Hochofen auf den Siliciumgehalt analysirt und wird derselbe auf jede Flosse oder Massel des Abstichs mit Kalkmilch geschrieben.

In der Giesserei werden die Masseln alsdann nach dem genannten Gehalt sortirt und getrennt aufgestapelt und in dem geräumig und gut eingerichteten Giessereilaboratorium Controlanalysen gemacht, so dass die Gattirung auf das Genaueste genommen werden kann.

Die sonstige Zusammensetzung ändert sich nicht, da im Hochofen nur eine Erzsorte, Brauneisenstein, verschmolzen wird und sind deshalb nur einige Controlanalysen monatlich erforderlich.

Schlagproben unter amtlicher Controle mit Rädern verschiedener Provenienz ergaben nachstehende Resultate für die Ganz'schen Räder (1892).

Die Schlagproben wurden auf einem in der Ofener Fabrik befindlichen Fallwerke mittelst eines geführten und aus verschiedener Fallhöhe wirksamen Bären von 305 kg Gewicht ausgeführt und nach jeden Schlag das Rad genau untersucht und der Befund sorgfältig eingetragen.

I. Schlagproben auf die Lauffläche des Rades.

a) Zeichen: 638924,73, M. 1892. Ganz. Gewicht 357 kg.

Laufende Nummer des Schlages	Fallhöhe m	Schlagarbeit in kg/m	Beobachtetes Resultat	Anmerkung
1	1	305	Keinerlei Veränderung bemerkbar.	
2	1,5	475,5		
3	2	610		
4	2,5	762,5		
5	3	915		
6	3,5	1067,5		
7	4	1220		
8	4,5	1372,5	Am Rande des Putzloches an der unteren Hälfte des Rades konnte man einen feinen Riss wahrnehmen.	
9	5	1525	Der sub Nr. 8 erwähnte Sprung verlängerte sich und am entgegengesetzten Rande des Putzloches entstand ein feiner, sich gegen die Nabe erstreckender neuer, kleiner Sprung.	
10	5,5	1677,5	In der oberen Hälfte des Rades entstand von einer Putzlochöffnung nach aufwärts und abwärts ein neuer Sprung bis zum Anfange der Krümmung des Spurkranzes.	
11	6	1830	Der sub Nr. 10 erwähnte Längenriss verlängerte sich und erhielt unten eine Verzweigung. — Der Sprung erstreckt sich auf beide Seiten des Rades.	
12	1	305	Die sub Nr. 11 erwähnten Sprünge verlängerten sich.	
13	1,5	457,5	Das Rad brach entzwei.	

b) Zeichen: 639104,12. Ganz. Gewicht.
Anmerkung: Schlechtes Rad wegen Gussfehler an der Lauffläche.

Laufende Nummer des Schlages	Fallhöhe m	Schlagarbeit in kg/m	Beobachtetes Resultat	Anmerkung
1	1	305	Keinerlei Veränderung bemerkbar.	
2	1,5	457,5		
3	2	610		
4	2,5	762,5		
5	3	915	Am Rande des Putzloches an der unteren Hälfte des Rades konnte man einen circa 10 mm langen feinen Riss wahrnehmen.	
6	3,5	1067,5	Der sub Nr. 5 erwähnte Sprung verlängerte sich mit circa 35 mm. Bei dem an der oberen Hälfte befindlichen Putzloche entstand ein neuer kleiner Sprung.	
7	4	1220	Bei dem letzterwähnten Putzloche entstandener Sprung verlängerte sich.	
8	4,5	1372,5	Derselbe Sprung erstreckte sich gegen den Laufkranz.	
9	5	1525	Der sub Nr. 8 erwähnte Sprung erstreckte sich auch auf die andere Seite des Rades und unten verzweigte er sich in der Querrichtung.	
10	5,5	1667,5	Das Rad zerbrach.	

II. Schlagproben auf der Nabe des Rades.

Zeichen: 638830,71. M. 1892. Ganz. Gew. 350 kg.

Laufende Nummer des Schlages	Fallhöhe m	Schlagarbeit in kg/m	Beobachtetes Resultat	Anmerkung
1	1	305	Es zeigte sich keinerlei Veränderung.	
2	2	610		
3	2,5	762,5	Von der Nabe ausgehend entstand ein Sprung bis zum Spurkranze.	
4	3	915	In der Verlängerung des sub Nr. 3 entstandenen Sprunges entstand an der entgegengesetzten Seite der Nabe ein neuer Sprung, und der sub Nr. 3 erwähnte Sprung öffnete sich vom Spurkranze aus.	
5	1	305	Das Rad brach entzwei.	

Der durchschnittliche Werth der Querschnittsdimensionen der bei den Schlagproben verwendeten Räder in Millimetern war folgender:

Kranzstärke an der Lauffläche . . . 40 mm
Scheibenstärke an dem Kranze . . . 32 „
Stärke der inneren Scheibe an der Nabe 17 „

Die Bruchfläche dieser Räder zeigte graues Gekörne.

Die Hartschichte der Lauffläche erstreckte sich bis auf 10—12 mm und zeigte sich auf der ganzen Breite der Lauffläche und des Radkranzes. Aufgenommen Budapest, am 20. April 1892.

Trotz dieser Beweise für die Vorzüglichkeit der Hartgussräder, sobald dieselben mit Sorgfalt und unter steter wissenschaftlicher Aufsicht dargestellt, hatte die Einführung und Verbreitung dieser Fabrikate wiederholt mit Schwierigkeiten zu kämpfen und waren die Hersteller selbst ebenso heftigen als durch Nichts begründeten Angriffen ausgesetzt.

Die Firma Ganz & Co. hat sich sogar veranlasst, die nachstehende Veröffentlichung zu verbreiten, um auf die heftigsten dieser Angriffe zu antworten und deren Entkräftung zu bewirken.

Da der Verfasser infolge persönlicher Kenntnissnahme der Fabrikation, sowohl in Budapest als in Leobersdorf, durchaus auf Seite der Firma steht, folgt hier unverkürzt der Wortlaut der Veröffentlichung unter Fortlassung des einleitenden Theils.

Unter dem Titel: „Das schmiedeiserne Scheibenrad von J. Hönigswald“ bringt die „Neue Freie Presse“ in ihrer Nummer vom 20. December einen Aufsatz als Auszug einer Broschüre über dasselbe Thema.

Wir hätten keinerlei Ursache, gegen diesen Artikel Stellung zu nehmen, solange es sich um die Empfehlung der an sich gewiss vorzüglichen Erfindung des Herrn Autors handelt. In diesem Aufsatze ist aber ein äusserst heftiger Angriff gegen die von uns für die österreichisch-ungarischen Bahnen in Budapest und Leobersdorf fabricirten Schalengussräder enthalten, welcher uns zu einer Erwiderung zwingt.

Der Angriff richtet sich vorzüglich gegen die Betriebssicherheit unserer Räder, welchen die Betriebssicherheit der Stern-, respective schmiedeisernen Scheibenräder gegenübergestellt wird.

Es ist nun ein Umstand in erster Linie zu betonen.

Die Betriebssicherheit der schmiedeisernen Räder mit Stahlbandagen ist durchaus nicht, wenigstens nur in allerminimalstem Grade, gefährdet durch den Radkörper selbst. Die vorkommenden Brüche an solchen Rädern beziehen sich nicht auf den Radkörper, sondern fast ausschliesslich auf den Radreifen.

Wenn von gefährlichen Brüchen die Rede ist, so können nur solche Brüche verstanden sein, welche auf freier Strecke vorkommen, nicht aber Anbrüche, die in Stationen entdeckt werden.

Für diesen Vergleich stehen uns nun folgende Daten zur Verfügung:

Aus den Zusammenstellungen des deutschen Reichseisenbahnamtes über Radreifenbrüche, die enthalten sind: a) in Glaser's Annalen für Gewerbe- und Bauwesen vom 1. Februar 1881, ferner b) in Glaser's Annalen vom 15. Juli 1883, c) Wochenschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins von 31. Mai 1884, d) Glaser's Annalen vom 1. Juli 1885, ergiebt sich, dass in den Jahren 1881 bis 1884 an Radreifenbrüchen bei voller Fahrt auf freier Strecke 7,68 Brüche pro Jahr auf je 10000 Reifen vorgekommen sind, während uns bekannt ist, dass vom Jahre 1879 bis 1885 die Brüche an je 10000 Schalengussrädern nur 0,5 pro Jahr betragen haben, also im Verhältnisse 1:38. Wenn aber nur Güterwagen ohne Bremse berücksichtigt werden (weil nur für diese die Schalengussräder in Verwendung kommen), dann ergiebt sich ein Bruchverhältniss von rund 1:16. **Unter gleichen Verhältnissen brechen also 16 Radreifen bei voller Fahrt, bis ein Schalengussrad bricht.**

Die officielle Radreifenbruchstatistik des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, welchem bekanntermaassen auch die österreichisch-ungarischen Bahnen angehören, giebt folgende Daten:

Vom Jahre 1887 bis 1889 beträgt der Procentsatz der Brüche an Schalengussrädern gegenüber deren Bestand 0,013 Proc., der für die Radreifen aber 0,16 Proc., woraus sich ein Verhältniss von 1 : 12,3 zu Gunsten unserer Räder ergiebt.

Bezüglich der Plötzlichkeit des Brechens, welche in der Broschüre als besonders gefährlich betont wird, haben wir Folgendes zu erwidern.

Gerade der Fall bei der Preussischen Ostbahn, den der Herr Autor anführt, wurde im Jahre 1886 einer amtlichen Untersuchung unterzogen und hat sich dabei

ergeben, dass der damals erfolgte Bruch lediglich auf Mangel an Ueberwachung zurückzuführen war und dass die Schlagproben mit zwei Rädern, die einen Anbruch zeigten, laut Protokoll vom 25. März 1886 ein ganz überraschendes Resultat zu Gunsten der ausserordentlichen Zähigkeit unseres Radmaterials ergaben, welches mit aller Sicherheit auf ein sehr langsames Fortschreiten etwa vorkommender Anbrüche schliessen lässt, die bei den normalen Revisionen unbedingt entdeckt werden müssen.

Die Direction der Oesterreichisch-Ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft erklärte uns am 9. November 1892, dass Verlegenheiten infolge plötzlich auftretenden Schadhaftwerdens von Schalengussrädern auf ihren Linien nicht vorkommen, dass Brüche bei den Schalengussrädern nicht plötzlich erfolgen und die Anbrüche bemerkt werden können. Vom Jahre 1859 bis 1877 kamen bei einem Durchschnittsstande von 14000 Rädern 23 Brüche, also 0,006 Proc. pro Jahr vor. Seit 1877 ist kein Bruch mehr vorgekommen.

Auch betreffs der Dauer unserer Schalengussräder müssen wir uns eine Correctur erlauben. Dieselbe ist mit acht Jahren festgesetzt. Nun garantiren wir aber den Bahndirectionen eine zehnjährige Laufdauer, und stellt sich auch der Durchschnitt für sämmtliche Räder, besonders bei Berücksichtigung der neuen Fabrikationsperiode vom Ende der siebziger Jahre angefangen, auf mehr als elf Jahre.

Die oben erwähnte Zuschrift der geehrten Direction der Oesterreichisch-Ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft spricht sich darüber wie folgt aus:

„Von den im Jahre 1880 gelieferten Rädern wurden nach elfjährigem Betriebe ausgewechselt 17,5 Proc., vom Jahre 1881, nach zehn Jahren, 11,6 Proc., von 1882, nach neun Jahren, 40,1 Proc., von 1883, nach acht Jahren, 1,07 Proc., von 1884, nach sieben Jahren, 1,07 Proc., von 1885, nach sechs Jahren, 2,09 Proc., von 1886, nach fünf Jahren, 0,7 Proc.“

„Von dieser Gruppe standen die ersten Räder bis Ende 1890, schon elf Jahre, die letzten fünf Jahre im Betriebe. Deren weitere Dauer kann nur vermuthet werden.“

„Wenn nach elf Jahren erst 17,5 Proc. cassirt wurden, so würde aber, selbst wenn in jedem folgenden Jahre circa 8 Proc. cassirt würden, die mittlere Dauer mehr als 15 Jahre betragen.“

„Während dieser Dauer verursachen die Schalengussräder keine anderen Kosten als die der Ueberwachung, welche aber in gleicher Weise bei Radreifen nöthig ist.“

Wir wollten mit obigen Auseinandersetzungen gewiss nicht entfernt die Absicht verfolgen, gegen das in der ganzen Welt als gutes Normale giltige Reifenrad zu polemisiren. Wir waren nur veranlasst, einen Angriff zurückzuweisen gegen eine sowohl in Oesterreich wie in Ungarn eingebürgerte und in Europa auch nur hier heimische Industrie, welche den Eisenbahnen durch so viele Jahre billige und dabei entschieden gute Räder geliefert hat.

In Ergänzung dieses Artikels bemerken wir, dass der Herr Verfasser der Broschüre auf Seite 42 derselben selbst sagt, dass bei den ersten Anschaffungen der Schalengussräder Millionen Gulden erspart wurden, nur macht er den Gussrädern den Vorwurf, dass ihre Erhaltungskosten zu gross sind. Zu einem derartigen Berechnungsresultat konnte der Herr Autor aber nur dadurch gelangen, dass er übersehen hat, die Interessen des ersparten Investitions-Capitals, welches auf Seite 42 mit 32 fl. beziffert ist, zu Gunsten der Gussräder in Calcul zu ziehen, was doch geschehen muss, wenn eine Aufstellung zu dem Zwecke gemacht werden soll, um die ökonomischen Vortheile beider Radtypen zu vergleichen. Die 5 Proc. einfachen Zinsen betragen aber pro Jahr 1,60 fl.

Ferner ist es unrichtig, der Berechnung eine Laufdauer unserer Räder von nur acht Jahren zu Grunde zu legen, nachdem wir den Bahnen eine durchschnittliche Laufdauer von zehn Jahren garantiren, welche Garantie aber nur bei einigen Bahnen zur Geltung kommt, weil unsere Räder eine höhere Laufdauer besitzen und können wir nach unseren Erfahrungen ruhig behaupten, dass zu mindest eine elfjährige Laufdauer angenommen werden kann.

Wir verweisen z. B. in vorstehendem Artikel auf die Statistik der Oesterreichisch-ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft, welche 15 Jahre aufweist.

Auch die Preise für das neue Rad mit 54 fl. und das Umgussrad mit 37 fl. sind zu hoch gegriffen; im Durchschnitt kostet ersteres 51 fl., letzteres 36 fl.

Bei Berücksichtigung dieser Daten stellen sich die Jahreskosten des Gussrades auf 2,07 fl., gegenüber den in der Broschüre ausgewiesenen 5,06 fl.

Die jährlichen Erhaltungskosten eines Tyrerades berechnet der Herr Verfasser mit 2,31 fl. Hierbei setzt er aber das Tyrerad nur mit 77 fl. ein, während er auf Seite 42 der Broschüre den Preis eines Tyrerades mit Minimum 86 fl. anführt. Die Differenz von 9 fl. auf die 26jährige Berechnungsperiode vertheilt, stellen sich die Jahreskosten eines Tyrerades auf 2,66 fl. österr. Währ.

Hierbei ist aber die Laufdauer eines Radreifens mit 26 Jahren angenommen, was wohl zu hoch gegriffen ist, so dass das hier ermittelte Resultat sich noch mehr zu Gunsten der Schalengussräder stellen würde, wenn eine der Wirklichkeit mehr entsprechende kürzere Laufdauer der Berechnung zu Grunde gelegt wird.

Budapest, im Januar 1893.

Wie aus Späterem hervorgehen wird, unterscheidet sich die von Ganz & Co. befolgten und die vorerwähnten guten Resultate ergebenden Methoden der Herstellung hartgegossener Gegenstände von den durch die Firma F. Krupp-Grusonwerk für die Hartgussdarstellung befolgte und vielfach beschriebene Methode, nach welcher (mit den erforderlichen Abweichungen im Einzelnen) sowohl die Hartgussgeschosse als auch die Räder u. s. w., endlich auch die Panzer hergestellt wurden, für welche das Ganz'sche Werk in Leobersdorf ebenfalls analoge Grundsätze befolgt, wie das in Budapest.

Auf Einzelheiten hierbei wird noch zurückzukommen sein, nachdem hier noch einige interessante ältere, doch nicht minder wahre Bemerkungen über die Spannungen in den Rädern wiedergegeben worden sind, welche sich in einem schon citirten Vortrag von Zerah Colburn (Mechanics Magazine Vol. XIII, 1865, S. 219, zum Theil wiedergegeben von Kleyle in der Zeitschrift des österreichischen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1865, S. 150 und Dingler 178, S. 37 — vollständig bearbeitet vom Verfasser (Deutsche Industriezeitung 1870).

Colburn sagt etwa Folgendes:

Eine eigenthümliche Schwierigkeit zeigen die Hartgussräder, bei denen eine starke und lange Nabe durch einfache oder doppelte Scheiben mit einem massiven Kranze verbunden sind, dessen Aussenfläche hartgegossen ist. Da die Scheiben selten über $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Zoll stark sind, die Nabe und der Kranz aber 2—3 Zoll dicke Theile von 4 bis 8 Zoll Breite haben, so ist die Herstellung der Räder mit den grössten Schwierigkeiten verbunden, und bis jetzt nur in Amerika und in Deutschland mit Erfolg cultivirt worden. Die Spannungen werden in der verschiedensten Weise überwunden; zunächst wird ein Material gewählt, dessen Cohäsionskräfte bedeutend genug sind, die gewöhnlichen Spannungen zu überwinden, dann wird sofort nach dem Guss die Nabe durch Entfernen des Kerns und Eingiessen von Wasser möglichst ausgekühlt, der Kranz dagegen entblösst gehalten, während die Scheiben tief im Sand eingebettet bleiben. Ein Hauptmittel einiger Fabriken (Ganz in Ofen) besteht darin, die Räder in glühendem Zustand in Cokesklein zu graben und langsam ausglühen zu lassen; dadurch wird die Molecularbewegung, deren Hemmung die Spannung erzeugt, länger fortgesetzt und letztere im Entstehen vermindert. Whitney in Philadelphia nimmt seine Räder nach eben erlangter Consistenz aus der Form und senkt sie in erhitzte Gruben, wo sie drei Tage lang luftdicht verschlossen bleiben. Spannung dann $= 0$.

Die oberflächliche Härtung des Schalengusses scheint im Moment der Berührung der Schalen zu entstehen und ist später unveränderlich.

Solche Räder übertrafen die besten englischen schmiedeeisernen Räder, z. B. die von Lowmoor.

Auch die Construction der Scheiben, d. h. ihre Krümmung ist verschiedentlich geändert worden, um die Haltbarkeit der Räder zu sichern; bei den Doppelscheiben bilden beide zusammen einen linsenförmigen Körper, bei den einfachen ist entweder eine doppelte concentrische Krümmung vorhanden, die gleichzeitig der späteren Function der Räder entspricht oder es sind noch wechselnde Ausbauchungen nach innen und aussen zwischen Nabe und Kranz vorhanden.

Zu diesen heute, soweit überhaupt noch Schalenguss bei Rädern in Betracht kommt, durchaus zutreffenden Bemerkungen muss zugefügt werden, dass gegenwärtig besonders die Amerikaner weitere Verbesserungen und Neuerungen auf dem Gebiete des Rädergusses eingeführt haben.

Whitney in Philadelphia und andere grosse Rädergiessereien der Union, welche eine besondere technisch-wirthschaftliche Vereinigung (car wheel founders association) bilden, wenden sogenannte elastische oder sich zusammenziehende Hartgussschalen an, deren Einrichtung durch deutsche Patente nicht gedeckt zu sein scheint, da die Whitney'schen Patente deutscher Ausgabe andere Dinge betreffen. Das amerikanische Patent von A. Whitney & Sons für die contracting chills ist vom 16. November 1886.

Diese zusammenziehbaren Hartgussschalen sind in der Nähe der Innenfläche von zahlreichen gleichweit von einander abstehenden röhrenartigen Kanälen durchbohrt, welche parallel der Radachse laufen und mit der Innenfläche der Schale durch feine Schnitte zusammenhängen, ähnlich wie sie bei der Peipers'schen Einrichtung zur Festhaltung eines inneren Ueberzuges von Formmasse bei Hartwalzenkapseln sich zeigen.

Die Firma Whitney versendet verschiedene Broschüren, in welchen diese Einrichtung beschrieben und abgebildet und ihre Vorzüge erwähnt werden und auf welche zu verweisen ist, da die äusserst mühsame und kostspielige Herstellung solcher Inventarienstücke, deren Dauer doch nur eine engbegrenzte ist, europäische Werke kaum zur Nachahmung verleiten wird.

Trotzdem stehen die Bemühungen Whitney's nicht allein und man begegnet in den neueren Berichten aus Amerika vielfachen Mittheilungen über andere Formmethoden oder Schalenconstructionen für diesen anscheinend immer noch stark gebrauchten Artikel.

Eine Zusammenstellung in Stahl und Eisen 1895, S. 1050 (ohne Unterschrift), welche als Quellen nachstehende Schriften angiebt: J. v. Ehrenwerth, das Berg- und Hüttenwesen auf der Weltausstellung in Chicago (Wien, Carl Gerold); Barr's contracting chill for car wheels (Engineering 1893, S. 506 u. darnach Zeitschrift des Vereins der Ingenieure 1894, S. 292); the Canda contracting chill for car wheels (Engineering 1893, S. 477); the Faught contracting chill (Iron Age 1895, S. 577); Fréson in Revue universelle, II. Serie, Vol. XIX, S. 99; zeigt, wie bedeutend drüben noch diese Gewerbthätigkeit ist.

Um den Umfang derselben zu kennzeichnen, sei zunächst mitgetheilt, dass die Griffin Wheel Co. in Chicago in 12 Stunden 700 Räder darzustellen vermag, die allerdings besonders für Güterwagen bestimmt sind, nach erfolgtem Guss nur mit der Nabenbohrung versehen und im Uebrigen auf der Lauffläche mittelst besonderer Apparate abgeschliffen, nicht abgedreht werden.

Ueber die chemische Zusammensetzung der amerikanischen Räder macht Fréson noch die Angabe, dass dieselben höchstens 0,50 Proc. Mangan enthalten dürften.

Hierzu wird noch bemerkt, dass gutbewährte Räder nur 0,44 Proc., vereinzelt sogar nur 0,13 Proc. dieses Nebenbestandtheils enthalten hätten. Der Siliciumgehalt habe 0,5 bis 0,7 Proc., oder Phosphorgehalt 0,3 bis 0,4 betragen (Ledebur in Stahl u. Eisen 1891, S. 735), was hinsichtlich des erstangeführten Elementes ja mit den Erfahrungen von Ganz & Co. stimmen würde.

Hinsichtlich der Anforderungen, welche in Amerika an Hartgussräder gestellt werden, besteht Uebereinstimmung: bezüglich Beschaffenheit der Lauffläche (bis auf deren durch die amerikanische Schienenstellung angeblich bedingte Cylindricität derselben), Stärke der Hartschale und Uebergang derselben in das graue Eisen, mit den europäischen Ansprüchen. Interessant ist nur die Bestätigung gewisser Mängel der Hartgussräder überhaupt, die mehr oder minder beeinflussend auftreten sollen und aus Formfehlern, Hartborsten (Rissen am Umfang), Rauhheit der Lauffläche, Schlackentheilchen in derselben, Saigerstellen u. s. w. in der Flanschenkehle und ungleicher Hartschalendicke bestehen sollen, wozu noch als allgemein beeinflussend die Spannungen treten, die bei allen Rädern vorkommen.

Die Schilderung dieser einzelnen Fehler und Mängel nach amerikanischen Erfahrungen veranlasst zu dem Schlusse, dass nicht immer mit grösster Sorgfalt gearbeitet wird, sondern, dass man das gesteckte Ziel mehr durch genaue Untersuchung und Sichtung des Fabrikats zu erreichen strebt.

In dieser Praxis scheinen auch die mannigfachen zum geringsten Theil zur Anwendung gelangten, oft sehr complicirt aussehenden Neuerungen entstanden zu sein, in der Anordnung der Formen sowohl, als im Giessverfahren selbst. Man wollte sich, ohne die Intensität der Arbeit zu vermindern, thunlichst gegen die Betriebs- und Arbeitsungleichheiten sichern und besonders von sorgsamen und deshalb besser bezahlten Arbeitskräften unabhängiger machen.

Zur Anwendung gekommen sind nur Methoden und Einrichtungen der Baltimore Car Wheel Co. (Einführung des Eisens durch Nabe und untere Scheibe, so dass es in der Hartschale steigt, wobei Hadfield das Vermeiden von Tropfen oder Granalien durch kleine Kunststückchen verbessert hat), von Faught & Co in Philadelphia und Barr-Milwaukee, endlich die von Canda, New-York, erfundenen Gussformen der Easign Manufakturing Co. in Hunsington, West-Virginia.

Hinsichtlich der Barr'schen Schalenringe (welche mit zusammenhängenden, nur nach der Formseite aufgeschlitzten und sogar aus losen Einsatztheilen bestehender hohler Coquille mit noch umgelegtem Kühlungs-

kanal für Dampfwasser bestehen) wird noch mitgetheilt, dass davon etwa 1400 Stück in Gebrauch sein sollen, im Einzelgewicht von 270 kg, deren durchschnittliche Dauer vier Jahre betragen soll.

Noch wird in der Arbeit eine ebenfalls von Barr erbaute Schleifmaschine beschrieben und abgebildet, welche wesentlich dazu dient, die durch die Theilung der Schale in oft 96 Segmente auf der Lauffläche des Rades entstandenen feinen Grate oder Rippen zu entfernen. Schliesslich wird noch einer Armconstruction von J. R. Wanner in Stockholm gedacht, welche übrigens später noch bei Rädern aus Mitisguss, d. h. Stahl- und Eisenguss mit Aluminiumzusätzen in Europa angewandt worden ist.[1]) (Band I, S. 220 u. 496, Band II, S. 9.)

Man gewinnt aus der Arbeit den Eindruck, als ob durch den grossen Räderbedarf im Güterverkehr in Nordamerika eine Lage und ein Wettbewerb in der Herstellung von Rädern geschaffen worden sei, die zu ganz ausserordentlichen Anstrengungen geführt habe, die diesseits des Meeres sich wohl nie wiederholen dürften, wo der Hartguss in der Räderherstellung wohl nach und nach dem Eisen- und namentlich dem Stahlrad, das ja übrigens bereits vielfach auf Universalwalzwerken hergestellt wird[2]), den Platz räumen muss.

Hauptsache bei den Hartgüssen, wie Walzen und Räder, wo die Hartschale den grauen Kern des Stückes concentrisch umgiebt und stets auf peripherische Zerreissung in Anspruch genommen werden dürfte, ist die möglichste Vermeidung oder andernfalls die Ueberwindung der Folgen solcher Spannung durch gute Materialeigenschaften.

Etwas anders gestaltet sich die Aufgabe des Hartgusses bei seiner Verwendung zur Panzerung von Schiessständen, sei es für Geschütze oder für Schützen.

Auch auf diesem Gebiete sind grosse Resultate erzielt worden, aber auch hier hat sich nach und nach bis auf wenig Fälle der Stahl an die Stelle des Hartgusses gesetzt, dessen Anwendung sich ohnehin nur auf wenige Fälle, besonders solche beschränken konnte, die keine Beweglichkeit des Panzers, wie auf Seefahrzeugen, voraussetzen.

Die technische Entwickelung der Panzerbenutzung und speciell ihre Herstellung aus Hartguss ist in des Verfassers Werk: Die Metalle und ihre Legirungen im Dienste der Heere und der Kriegsflotten, Hannover 1894, Helwing'sche Verlagshandlung, S. 595 ff. geschildert, aus welcher Schilderung das Folgende mit Weglassung der eigentlich kriegstechnischen Einzelheiten entnommen ist.

Zunächst ist auf die Auswahl der geeigneten Rohmaterialien einzugehen, welche auf etwas anderer Basis geschah, theilweise noch geschieht, als es z. B. die Firma Ganz & Co. durchführt (S. 553).

Eine rein empirische Methode, welche selbst von sehr renommirten Werken eingeschlagen wurde, war die Prüfung des Eisens auf seine

1) Sonderbar ist, dass die Whitney'sche Coquille in der Arbeit sich weder erwähnt, noch beschrieben findet.

2) Vergl. Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten, Leipzig, Baumgärtner, Band III, S. 789, woselbst eine Reihe von besonders nordamerikanischen Räderwalzwerken kurz beschrieben werden.

Festigkeit gegen Querbruch. Man goss aus dem zu untersuchenden Material Stäbe von quadratischem Querschnitt, alle gleich stark, und legte dieselben auf zwei durch Schrauben auf und nieder bewegbare schneidenförmige Stützpunkte, die eine gewisse, ebenfalls gleichbleibende Entfernung (etwa 1 m) zwischen sich liessen. In der Mitte des Stabes umfasste denselben die Aufhängevorrichtung einer Wageschale, welche ebenfalls stets gleichmässig mit Gewichten belastet war. Durch langsames Heben der Stützpunkte mittelst der dieselben tragenden Schrauben wurde der Stab gehoben, so dass er schliesslich die Aufhängevorrichtung der Wageschale und mit ihr die ganze Belastung halten musste.

Jedes graue Eisen, welches diese Beanspruchung aushielt, wurde im Allgemeinen als Element einer Hartgussmischung für geeignet gehalten. Die hierbei angewendeten Maasse und Gewichte waren auf empirischem Wege durch Untersuchung eines erfahrungsmässig bewährten Eisens gefunden worden.

Wie weiter oben beim Räderguss erörtert worden, haben bewährte Firmen, wie Ganz & Co., den Weg der chemischen Untersuchung vorgezogen und sich dabei sehr wohl befunden. Die gewonnenen Resultate sind auch für den Panzerguss wichtig, obschon hierbei noch andere Momente wirksam werden, welche in der Massigkeit der Hartgussstücke wurzeln und wonach auch der Siliciumgehalt verschieden gestellt werden kann.

Neben dem Silicium ist auch das Mangan insofern von Wichtigkeit, als es in ähnlicher Weise die Festigkeitsverhältnisse beeinflusst, wenn auch im umgekehrten Sinne. Mangan wirkt nach der Ansicht der meisten Eisenhüttenleute bei seiner Aufnahme in Eisen fördernd auf die Kohlung, und man war früher vielfach der noch strengeren Ansicht, dass kohlereichste Eisensorten, z. B. das schon genannte Spiegeleisen, nie ohne erheblichen Mangangehalt zu erblasen seien. Wenn dies auch nicht mehr als zutreffend erachtet werden kann, so wirkt doch jedenfalls die Aufnahme von Mangan härtend und erhöht gleichzeitig die Sprödigkeit.

Andererseits aber wirkt der Mangangehalt des Roheisens im Allgemeinen günstig auf die Erhaltung des gebundenen Kohlenstoffes beim Schmelzprocess selbst und verhindert indirect das Weisswerden durch Resorption des Graphits.

Infolgedessen verschmäht man beim Eisengiessereibetriebe niemals einen gewissen Mangangehalt, thut aber beim Hartguss dennoch gut, denselben nicht so gross werden zu lassen, dass er die Zähigkeit des Gusses gefährdet. Versuche und Analysen werden hierbei gleichmässig zur Aufklärung der bezüglichen Verhältnisse anzuwenden sein.

Die sonstigen Nebenbestandtheile des Roheisens, Schwefel und Phosphor, sind, wie schon angedeutet, im Hartgussmaterial thunlichst zu vermeiden. Beide Elemente wirken bekanntlich nachtheilig auf die Festigkeitseigenschaften, obschon diese Wirkungen in der Sphäre des Roh- oder Gusseisens nicht so stark hervortreten, wie in der des schmiedbaren Eisens. Hierbei, wo mechanische Behandlung durch Schlag oder Druck zur Verdichtung und Umformung des Fabrikats ganz unvermeidlich sind, macht sich die Gegenwart des Schwefels durch

Brüchigkeit in der Gluthhitze, die des Phosphors durch Brüchigkeit in niederer Temperatur unangenehm fühlbar.

Immerhin ist in Rücksicht auf die spätere Benutzung des Hartgusses, besonders in der Kriegstechnik, als Geschoss- oder als Panzermaterial auch hier die Gegenwart beider Feinde eines festen Eisens bedenklich und daher, wie vorher gesagt, auszuschliessen.

Wenn man nicht, wie Ganz & Co., in der Lage ist, sozusagen ein Stammroheisen von ganz bestimmtem ausgezeichneten Charakter verwenden zu können, sondern auf den Ankauf angewiesen ist, entsteht naturgemäss ein anderes Verfahren, für welches die folgenden, von dem Verfasser bereits an anderer Stelle veröffentlichten Ausführungen noch immer gelten, welche in letzter wie erster Stelle doch wesentlich die mustergültige Herstellung eines guten Hartgusses für Panzerguss betreffen.

Herr v. Schütz hat in seiner bekannten Broschüre: „Der Hartguss und seine Bedeutung für die Eisenindustrie“ ebenfalls näher ausgeführt, wie man im Grusonwerk das Eisen für den Hartguss wählt und brauchbare Gemische herstellt.

Neben dem Analysiren des Eisens empfiehlt er besonders das Probiren des Eisens auf seine Festigkeit und theilt eine Reihe von Resultaten mit, die hier Platz finden mögen. Sie beziehen sich auf die Hartgussfabrikation auf dem Grusonwerk und ergaben für verschiedene Gemische nachstehende Zahlen.

Legirung 1	Zerreissfestigkeit kg/qmm	22,23	24,8	25,4
„ 2	„ „ „	22,53	24,5	28,9
„ 3	„ „ „	24,00	23,8	25,9
„ 4	„ „ „	26,56	25,5	26,2
„ 5	„ „ „	28,23	28,0	30,1
		Versuchsanstalt des Grusonwerkes mit verschiedenen Instrumenten.		Königliche Versuchsanstalt Charlottenburg.

Die Versuche stimmen nicht ganz genau überein, was an den Instrumenten und auch an der Ausführung der Proben liegen mag, welche z. B. bei der Versuchsanstalt in Charlottenburg, durch langsamere Drucksteigerung als im Grusonwerk geschehen war, höhere Werthe erzielte.

Der Natur nach waren die Legirungen 1, 4, 5 Mischungen von Cokes- und Holzkohlenroheisen, und nur 2 und 3 bestanden aus reinem Holzkohlenroheisen.

Hiernach scheint die Natur des Hochofenbrennstoffes nicht so stark eingewirkt zu haben, als man dies der Regel nach annimmt.

Der Vergleich der in der Quelle mitgetheilten weiteren Proben ergab noch wichtige praktische Erfahrungen, die nämlich, dass das Verhalten beim Abschrecken, das richtige „Einstrahlen“ oder Strahligwerden in keiner Weise mit der grösseren oder geringeren Festigkeit zusammenhängt, so dass die Betrachtung eines Hartgussbruchstückes nur erkennen lässt, ob die constituirenden Bestandtheile in den Roheisensorten im rechten Verhältniss vorhanden waren, nicht aber, ob der Hartguss auch den Anforderungen an die Festigkeit genügt.

Aus diesen Versuchsresultaten folgert v. Schütz nicht ganz mit Unrecht, dass sich der Hartguss als fester Begriff kaum aufstellen lasse und dass es jeder Fabrik zu überlassen sei, was sie unter Hartguss verstehe, bezw. diejenige Mischung als Hartguss anzusehen, die sie gerade fabricire.[1])

Was nun die besondere Anwendung des Hartgusses auf die Panzerherstellung anlangt, so ist hinsichtlich des Materials noch vorsichtiger zu verfahren, weil ja ganz andere Beanspruchungen vorhanden sind und ausserdem die riesenhaften Abmessungen besondere Berücksichtigung verdienen.

Man hat es hier gewissermaassen mit Metallwänden und -Decken zu thun, welche auf ziemlich starker grauer Unterlage eine nicht übermässig starke Schale von splittrigem weissen Eisen tragen. Trotzdem die Gefahr des Verkrümmens durch das stärkere Schwinden der Hartschale keine so grosse ist, wie bei schwächeren Producten, z. B. den Herzstücken des Eisenbahnoberbaues, wird man doch genöthigt gewesen sein, durch Versuche genau festzustellen, ob oder wie weit eine Verziehung der Form stattfindet, um eine entsprechende Andersbildung der Gussschalen oder Coquillen anzuordnen.

Für die Haltbarkeit und infolgedessen auch für die Widerstandsfähigkeit im schwersten Geschützfeuer ist es wie bei allen Hartgüssen auch hier erforderlich, dass ein allmäliger Uebergang der Schalentextur in die körnige der Unterlage oder auch Innenlage stattfindet, was nur durch genaue Wahl und Mischung des Rohmaterials möglich ist, sowie durch richtige Behandlung.

Das aus ausgedehnten Versuchen der Firma Grusonwerk ermittelte Verhältniss[2]) der Panzerstärke zur lebendigen Kraft der angreifenden Geschosse ergab colossale Abmessungen für diese Vertheidigungsmittel, welche nach und nach zum Aufgeben derselben führen mussten, was denn schliesslich eingetreten ist.

Trotzdem erscheint es immer noch von erheblichem Interesse, auf die Methode der Herstellung solcher Panzer und der dazu gehörenden Schalenstücke einzugehen, welche der Verfasser vor Jahren schon zu sehen und kennen zu lernen Gelegenheit hatte.

Die Hauptarbeit war natürlich die Modellirung und Herstellung der Coquillen oder Hartschalen. Da eine möglichst genaue Wiedergabe der entworfenen Profile und Flächenkrümmungen kaum nach Zeichnungen in kleinerem Maassstabe möglich gewesen sein würde, so baute

1) Eine weitere Folgerung, dass die Aufstellung von gewissen Regeln für die chemische Zusammensetzung der Hartgusslegirung die Sache keineswegs fördere, ferner, dass ebensowenig die Annahme ganz bestimmter Eisenmarken von Nutzen sei, konnte schon früher nicht unerwidert gelassen werden, da bei der Herstellung der Probestäbe aus ein und derselben Eisenmarke doch wohl stets gleiche Abmessungen und gleiche Behandlung beim Giessen und Erstarren innegehalten werden dürften, damit nicht, wie v. Schütz es annimmt, sehr verschiedene Festigkeitsresultate herauskommen.

2) Vergleiche die ergänzenden Notizen zu der Abhandlung: „Gruson's Hartgusspanzer“ im Juli-Augustheft der neuen Militärischen Blätter 1878, als Sonderabdruck von der Firma Grusonwerk versandt und unter anderen auch vom Verfasser in seinem schon citirten Werk: Die Metalle im Dienste der Heere und Flotten u. s. w. S. 76 u. ff. angeführt.

man aus Mauerwerk in einer besonderen Werkstatt die ganze Thurmhaubenfläche in natürlicher Grösse auf. An einer benachbarten Wand war deshalb vorher die ganze Construction im Profil mit Reisskohle aufgezeichnet worden, wie etwa eine riesige Werkszeichnung, und die mit dem Aufbau des Flächenmodells beauftragten Meister und Gehülfen konnten jeder Zeit alle Maasse abgreifen, bezw. abvisiren.

Wenn die Aufmauerung beendet und das Bindemittel etwas trocken geworden war, wurde die Oberfläche ganz genau mit Hartputz (Stuck) abgezogen und geglättet, so dass nunmehr die Thurmhaube in einer gemauerten Nachbildung sich auf das Genaueste darstellte.

Auf dieser glatten Fläche errichtete man mittelst Lattengerüste und sonstiger geeigneter Verbindungsstücke das Gerippe für die aus Gypsguss herzustellenden Modelle der Hartschalenstücke oder Coquillen und trug den Gyps in dicken Schichten auf, bis er die erforderliche Dicke der Stücke erreicht hatte, worauf schliesslich die verlaufene rauhe und unregelmässige Fläche abgeglättet und geebnet wurde, ebenso und ganz besonders die Seite. So gelangte, getheilt nach den auf der glatten Mauerfläche aufgezeichneten Theilungslinien des künftigen Panzers, ein Stück nach dem andern zur Modellirung und später zum Abguss, nachdem sie mit den zum Formenprocess nothwendigen Zuthaten, Lappen, Flanschen u. s. w. versehen worden waren.

Das Material selbst war und ist stets ein möglichst zähes, etwas krystallinisches Eisen, aus Coquillen- oder Hartgussbruch, unter Zusatz natürlich von schwedischem oder von Hämatiteisen zusammengesetzt. Dasselbe wird nicht zu warm vergossen, weil ein zu grobes Korn vermieden und die abschreckende Coquillenfläche so dicht als möglich hergestellt werden muss, ohne dass erheblichere Nacharbeit, als vielleicht Putzen oder Abreiben, nothwendig würde. Man verfährt daher bei der Herstellung der Schalenform selbst mit der grösstmöglichsten Vorsicht, um jeder Veranlassung zu einer Bearbeitung aus dem Wege zu gehen.

Wichtiger noch als die technischen Vorsichtsmaassregeln bei der Coquillenanfertigung sind selbstverständlich die auf Wahl und Gattirung der Panzersubstanz selbst gerichteten Maassnahmen.

Die bereits gekennzeichneten, allgemein erhobenen Ansprüche an das Panzermaterial müssen in dem vorliegenden Falle die denkbar höchsten sein, da sie gleichzeitig den Widerstand gegen jeden Angriff durch die Geschossspitzen, d. h. die grösstmöglichste Härte mit der grössten Zähigkeit, mit anderen Worten die grösste Summe von Widerständen gegen die Stosswirkung vereinigen müssen.

Namentlich ist das Letztere thunlichst zu erstreben, da vorzeitige Sprünge oder Risse die Haltbarkeit und damit den Nutzungswerth des Panzers rasch herabsetzen. Deshalb ist weniger auf gutes „Einstrahlen“ im früheren Sinne, als auf grösste Zähigkeit bei der Zusammensetzung des Gemisches zu sehen, und es sind daher alle zu harten Zusätze zu vermeiden. Das Ideal würde ein möglichst homogenes, ganz leicht halbirtes, feinkörnig graues Eisen sein, aus dem Hochofen direct in einen grossen Flammofen (Martin-Siemens’scher Construction) geleitet und dort gut gemischt, ehe abgegossen wird.

Gewöhnlich aber wird das sorgfältig gattirte Gemisch in grossen Cupolöfen umgeschmolzen, welche den auf Taf. I und II dieses Bandes

dargestellten entsprechen, übrigens auch jede andere Construction haben können.

Die Besetzung der Oefen geschieht selbstredend thunlichst gleichmässig, und auch der Betrieb ist so zu führen, dass die bekannten, wiederholt besprochenen Veränderungen des Durchsatzes (Verminderung des Silicium-, Mangan- u. s. w. Gehalts) gleich bleiben und ein im gleichen Maasse abschreckungsfähiges Product entsteht.

Gleiche Rücksichten beherrschen auch die Wahl des Brennstoffes; dann ist die Einhaltung der richtigen Temperatur ein wichtiger Umstand. Hinsichtlich des Ersteren muss daran erinnert werden, dass ja die Asche des Brennstoffes in die Schlacke geht und dadurch in Berührung mit dem Eisen kommt und ein Einfluss auf die Beschaffenheit des Letzteren keinesfalls als unmöglich anzusehen ist.

Bei dem Gusse so theurer und so schwerer Stücke, wie es die Panzer sind, lässt sich eine strenge Auswahl des Brennstoffes leichter durchführen, als bei der Herstellung der gewöhnlichen Gusswaaren. Der höhere Werth der Producte gestattet die Benutzung der besten und theuersten Brennstoffe, die übrigens im Transport das Gleiche kosten, wie geringwerthige, so dass unter Umständen ihre Benutzung auch ökonomisch vortheilhafter erscheinen kann.

Der unangenehmste Bestandtheil der Cokesaschen, der Schwefel, der nicht nur im schmiedbaren Eisen, sondern auch in Gussstücken zu Rothbrucherscheinungen führen kann, wird durch die Gegenwart des Mangans, wie auch durch gleichmässige Zuschläge von Kalk nahezu unschädlich gemacht, doch ist es immerhin besser, wenn seine Gegenwart im Material überhaupt vermieden werden kann.

Die Cupolöfen müssen selbstredend in genügender Anzahl vorhanden sein, um Reserven zu haben und erforderlichenfalls mehr als einen verwenden zu können.

Eine Schmelzleistung von etwa 10 t per Stunde genügt indessen in den meisten Fällen, weil dann der Guss in der verlangten Zeit zu Ende gebracht wird. Zur Ansammlung des flüssigen Eisens und gleichzeitig zum Mischen desselben bedient man sich gewöhnlich grosser Sammeltröge, welche von verschiedener Fassungsgrösse und vor der Ofenreihe neben einander angeordnet sind. Durch bewegliche Wände aus feuerfesten Steinen bezw. Platten sind die grossen Tröge theilbar, um auch hier kleinere Mengen gebrauchen zu können. In diese Behälter wird das Eisen aus Giesspfannen gegossen, welche von den Cupolöfen gefüllt und mittelst Brückenkrahns zu den Behältern transportirt werden. Die Sammelbehälter sind rechtzeitig in geeigneter Weise, am Besten mit Holzkohlenfeuer, anzuwärmen, welches nach dem Hineintreten des geschmolzenen Metalls auf Letzterem schwimmt, während dasselbe emporsteigt und sich mischt.

Der Guss geschieht möglichst kühl, fast kurz vor dem Erstarren, und alle Ausscheidungen, welche die Erstarrungsvorgänge und die Hartschalenbildung stören könnten, werden bereits in den Giesspfannen entfernt.

Bekanntlich treten ja derartige Ausscheidungen bei halbirtem Eisen und ähnlichen Gemischen überhaupt leicht auf und bilden mehr oder minder festgefügte Brocken, die sich beim Erstarren und Brechen (nach

erfolgtem Einschneiden oder Hauen) als meist dendritisch verstrickte Haufwerke von metallischen Krystallisationen erkennen lassen, die nach dem Erstarren leicht ein lockeres wie zerstochenes Gefüge bilden, das gleichzeitig aus sehr weichem Material besteht und sich zu unregelmässigen Nestern zusammensetzt.[1])

Vor dem gedachten Sammelbecken liegen die tiefen Giess- oder Dammgruben, in denen die fertigen Formen flach eingelagert sich befinden. Bei dieser Aufstellung liegen die Hartschalen zu unterst und die anderen mit Lehm oder fettem Sand gebildeten, oft auch aus feuerbeständigem Material gefertigten, gut geglätteten und geschwärzten, dann gebrannten Formhälften zu oberst.

Die Herstellung dieser Formtheile erfolgt im gewöhnlichen Wege des Formens in fetten Sanden oder Massen bezw. Lehm und bietet besondere Kennzeichen nicht.

Der Guss verlangt bei solchen schweren Stücken nur eine gewisse militärische Schulung der Mannschaften, genaue Befolgung der von den Betriebsleitern gegebenen Befehle, neben unnachsichtiger Bestrafung aller Unbotmässigkeiten, wie auch des Schreiens und Sprechens während der Arbeit.

Die spätere Bearbeitung, das Putzen und Behauen u. s. w. bieten besondere Merkmale nicht und die Aufrichtung und der Aufbau haben bezüglich des Materials kein weiteres Interesse mehr.

Das Gebiet des Hartgusses wird überhaupt wohl immer mehr eingeschränkt werden, denn der Stahlformguss, eventuell in Verbindung mit Härteprocessen, eignet sich durchschnittlich besser zur Herstellung solcher Gegenstände, die einen hohen Grad von Zähigkeit mit oberflächlicher Härte und Undurchdringlichkeit besitzen müssen.

Wegen der drei bis vier Mal grösseren Zerreissfestigkeit der Stahl- und Eisensorten lassen sich selbst bessere Leistungen bei vielfach geringerer Stärke erzielen, und selbst da, wo von einer Bewegung der betreffenden Defensivmittel, Panzer, Geschützständer u. s. w. abgesehen werden kann, wird man immer mehr Stahl- und Schmiedeisenguss u. s. w. benutzen, die ja auch durch verschiedene Zusätze in ihrer Widerstandsfähigkeit noch erheblich gesteigert werden können.

Trotzdem erschien es berechtigt, wie im Vorstehenden geschehen, auf die grosse Rolle hinzuweisen, welche der Hartguss gerade in der Entwickelung der Kriegstechnik durch die ebenso kühne als technisch sichere Initiative von Hermann Gruson, wie der an der Entwickelung der Panzerfrage überhaupt betheiligten Militärpersonen, in erster Linie Schumann spielen durfte.

Ihre Thätigkeit wird nicht vergessen, wenn auch die Materialverhältnisse und die Technik der Herstellung und des Gebrauchs andere geworden sind, und die eigenen Werkstätten selbst schon früher zum Studium und zur Einführung des stärkeren Materials nach und nach übergegangen sind.

1) Nur das Schmelzen in Oefen, welche wie die Siemens-Martinöfen in ihrer Wärmeleistung über die Schmelzhitze des schmiedbaren Eisens hinausgehen, würden diese Ausscheidungen auflösen und vertheilen können, besonders wenn die früher schon (Bd. I, S. 217) besprochenen reducirenden Zusätze zur Anwendung kommen.

Da bei dieser Wandlung in der Panzerherstellung der Schwerpunkt des hierbei als metallurgischer Process zusammenzufassenden Arbeitsverfahrens, d. h. der Herstellung des fertigen Rohstückes (das nur noch einer äusserlichen Bearbeitung zur genauesten Formgebung bedarf), verschoben wurde und nun im Gebiet der mechanischen Verdichtung des Rohgusses liegt, so bietet die neue Panzerherstellung für den Giesser selbst nur geringes Interesse mehr.

Er liefert nicht mehr die fertige Waare, sondern nur einen grobgefügten Rohblock, allerdings thunlichst ohne grössere Ungleichmässigkeiten, aber erst nach ausgiebiger mechanischer Behandlung unter Hämmern und Pressen das gewünschte Material gebend.

In anderer Hinsicht liefert derselbe Ofen ja auch Stahlformguss in beliebiger Grösse, und der allgemein gebildete Giessereitechniker der Jetztzeit hat alle Veranlassung, sich mit der Praxis der hochtemperirten Oefen vertraut zu machen, deren calorische Verhältnisse und Einzelheiten übrigens weitgehende Berücksichtigung gefunden haben.[1])

4. Kapitel.

Die Herstellung des schmiedbaren oder Tempergusses.

„Was ist schmiedbarer Guss?" (so beginnt dieses Kapitel in den älteren Auflagen dieses Werkes) Ein Product der Industrie, das fester als Gusseisen, sogar in beschränktem Sinne dehnbar und schweissbar ist, dabei aber in einer Form den Markt erreicht, welche den Guss als Methode der Darstellung äusserlich erkennen lässt. Um diese Bedingungen zu vereinigen, giesst man die darzustellenden Dinge aus gut geschmolzenem Roheisen und nimmt mit den erhaltenen Producten eine Operation vor, welche man das Tempern oder Adouciren des Gusses nennt. Das ist der ursprüngliche, seit fast 160 Jahren erfundene Gang der Darstellung und derselbe liefert auch heute noch die besten Resultate, sobald er mit vollständiger Kenntniss der Materialien ausgeführt wird."

Diese Kennzeichnung ist im Wesentlichen noch richtig, soweit sie sich auf Temperguss aus Roheisen allein bezieht. In neuester Zeit aber begnügt man sich nicht mehr mit dieser ursprünglichen Gestaltung des Verfahrens, sondern hat dasselbe zu einer theilweisen Abfallindustrie entwickelt, indem man, an Erfahrungen des Eisenhüttenwesens anknüpfend, sehr oft nur darauf ausgeht, durch Legiren von Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl in Form kleiner Brocken und Abfälle eine Mischung hervorzubringen, die ebenfalls einen stahlähnlichen Charakter zeigt, ohne aber die mit der alten Methode verbundenen guten Eigenschaften immer sicher zu besitzen. Es entsteht so der vorwiegende Theil der unter dem Namen Stahlguss und schmiedbarer Guss annoncirten Waare, und sie zeichnete sich anfänglich wohl durch Billigkeit vor dem eigentlichen getemperten Gusse aus, keineswegs aber durch hervorragende technisch werthvolle Eigen-

1) Beschreibung und Wirkungsweise, Band I, S. 642, Taf. XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, Band II, S. 85 u. ff., auch sind die Citate am Fusse der Seite 95 zu beachten, besonders der Hinweis auf das Breslauer'sche Werkchen.

schaften. Diese erste Wandlung ist vorüber und man erzielt mittelst der eben angedeuteten gemischten Methode auch brauchbare Sachen, welche im Kleinmaschinenbau, wie in dem Werkzeug- und Beschlagsbereich (z. B. Thür- und andere Schlösser, Griffe, Wirbel u. s. w.) ausgedehnte Anwendung finden und allen mittleren Anforderungen entsprechen, während für höhere Ansprüche der wirkliche Stahlformguss an die Stelle tritt.

Die Darstellung des schmiedbaren Gusses ist nun ein Zweig des Eisengiessereibetriebes, der eine namhafte Industrie ausmacht und anfänglich vorzugsweise in Bezirken der Massenbetriebe, z. B. in England, Belgien und Amerika, später erst in Deutschland, Frankreich u. s. w. cultivirt wurde. In gewisser Beziehung bietet diese Fabrikation das grösste Interesse, nämlich ihren chemisch-technischen Grundzügen nach, und doch existirte lange Zeit so ausserordentlich wenig Erschöpfendes darüber in der technischen Literatur. Z. B. machte Percy die ganze Sache auf einer Seite ab. Andere Metallurgen, z. B. Karsten, behandelten sie zwar mit mehr Liebe, aber waren weit davon entfernt, vollständig zu sein; auf der anderen Seite haben sich die Technologen noch weniger damit abgegeben und sie als metallurgischen Betrieb der besonderen Literatur überlassen.

Da nun die Eisenhüttenkunde sich zwar theoretisch für die im Temperprocess sich vollziehende Entkohlung des Roheisens ohne Veränderung des Aggregatzustandes interessirte und gewissermaassen Act davon nahm, aber erst nach der Entwickelung des Verfahrens zu einem Herstellungsprocess im Grossen und noch mehr nach dem Auftauchen der Erzstahlprocesse in Tiegeln oder Flammöfen der Untersuchung dieser interessanten Umwandlung näher trat, so blieb dieselbe längere Zeit noch von den Kreisen des Eisenhüttenwesens theilweise unbeachtet und Alles, was geschah, war die Beschreibung des Verfahrens, soweit es überhaupt öffentlich bekannt war, in Lehrbüchern der technischen Chemie und anderen encyklopädischen Werken, wobei die wichtigsten Beziehungen leer ausgingen und manches Schiefe bestehen blieb. So haben z. B. Pelouze & Fremy in der Chimie industrielle III, p. 290—294 allerdings einiges mehr darüber gesagt als Andere, sich aber doch auf die Principien wesentlich beschränken müssen. Diese und ähnliche Abrisse wanderten mit allen Missverständnissen in diverse französische, englische und deutsche Lehrbücher.

Erst der Franzose Brüll veröffentlichte 1862—63 eine Abhandlung, die mehr gab, als das schliesslich gäng und gebe Gewordene, und man kann diese Abhandlung vielleicht als die beste unter den älteren ansehen, welche jemals über diesen Gegenstand geschrieben wurden. Brüll hatte im Vereine mit Tresca und Morin eine Reihe Versuche am Conservatoire des arts et metiers in Paris gemacht, welche sich allerdings nur auf Messungen der Festigkeit verschiedener Muster von schmiedbarem Gusse bezogen und keine weiteren Aufklärungen gaben.

Einen weiteren werthvollen Beitrag zur Kenntniss des schmiedbaren Gusses hat auch R. Mallet in seiner Reihe von Aufsätzen über verschiedene Punkte des Eisengiessereibetriebes gegeben und ein Theil des Folgenden ist diesen ausführlichen und genauen Aufzeichnungen eines gewiegten Praktikers entnommen.

Ein wissenschaftlicheres und das eigentliche Wesen des schmiedbaren Gusses, vielmehr der dabei hauptsächlich maassgebenden **Temper**processe ist erst den Neueren zu verdanken.

Nachdem Russel Davenport chemische Untersuchungen über einige Punkte der Fabrikation des hämmerbaren Gusseisens mitgetheilt, die sich namentlich auf die Ursachen der Sprödigkeit im schmiedbaren Gusse beziehen und erstrecken, aber auch das Verhalten des Kohlenstoffes beim Glühen in sehr interessanter Weise darlegen, erschienen mehrere Arbeiten, welche die Sache endlich aufklärten.

Davenport (Mechanics Magazine 1872, S. 392 und Dingler's Journal 207, S. 51) fand in zwei Probestücken aus weissem Holzkohlenroheisen, welche zweimal geglüht und vor und nach dieser Einwirkung untersucht worden waren, folgende Gehaltsverhältnisse an fremden Stoffen:

	Probestück I			Probestück II		
	vor dem ersten Glühen	nach dem ersten Glühen	nach dem zweiten Glühen	vor dem ersten Glühen	nach dem ersten Glühen	nach dem zweiten Glühen
C	3,44	1,51	0,10	3,48	0,43	0,10
Si	0,44	0,44	0,45	0,58	0,61	0,60
P	0,31	0,32	0,51	0,28	0,29	0,29
S	0,059	0,67	0,83	0,10	0,14	0,16
Mn	0,53	0,58	0,52	0,58	0,61	0,57

Aus diesen Untersuchungen erhellt klar, dass nur der Kohlenstoff bei der Veränderung des Roheisens zu schmiedbarem Gusse in Betracht kommen kann und dass die anderen Bestandtheile mehr oder minder unverändert bleiben, oft aber auch, wenn auch wahrscheinlich nur relativ, zunehmen, vielleicht durch Einfluss des Glühmittels, sowie durch Eisenoxydation.

Aus der weiteren Wahrnehmung Davenport's, dass nach dem ersten Glühen der Bruch der Stücke einen dunkleren Kern in fast kohlenfreier weisser Umhüllung zeigte, schloss man auf eine ähnliche Kohlenstoffausscheidung, wie sie Rinman in ungehärteten Stahlsorten entdeckt und Cementkohle genannt hatte. Man kann sich ja dieser Ansicht anschliessen, obschon für die Praxis wichtige Folgerungen sich schwerlich ergeben werden. Sobald siliciumreiches Roheisen angewandt wird, tritt Graphit auf, der unverbrennlich ist, sich mithin durch Glühen nicht entfernen lässt und daher für die Herstellung des schmiedbaren Gusses stets bedenklich und zu vermeiden ist. Dauerversuche in dieser Hinsicht, die auf der Berliner Königl. Eisengiesserei vor über 30 Jahren durchgeführt wurden, haben höchst merkwürdige Resultate gehabt, indem sie zuerst und vor jeder chemischen Aufklärung bewiesen, dass graues Giessereiroheisen zur Herstellung von schmiedbarem Gusse untauglich ist.

Hierzu kann bemerkt werden, dass das Material des schmiedbaren Gusses, das Roheisen, bereits von Réaumur aus Cumberland bezogen wurde, und selbst jetzt behauptet u. A. Brüll, dass für den schmiedbaren Guss nur Roheisen von Ulverstone angewandt werden könne. Dieser Vorzug hatte zu Réaumur's Zeiten eine gewisse und um so grössere Berechtigung, als sowohl das reingehaltene Erz, wie die ausschliessliche Anwendung der Holzkohlen zur Reinheit des Hochofenproductes wesentlich beitrugen.

Wenn daher englische Fachgrössen in dieser Betriebsart, z. B. Lucas, nach der Mittheilung seiner Nachkommen (an Mallet gerichtet) das

Roheisen von Cumberland und Westmoreland ausschliesslich verbrauchten, so geschah es, weil es unbestritten die reinste der damals auf den Markt kommenden englischen Roheisensorten war. Jetzt aber lediglich aus Tradition daran festzuhalten, wäre als ein Mangel an Kenntniss der überall zerstreuten brauchbaren Materialien zu beziehen, die auch Deutschland, besonders aber Schweden in grösserer Menge liefern kann. Es können, abgesehen von den aus ähnlichen Erzen, wie es die Cumberlander Rotheisensteine sind, erblasenen Eisensorten — aus Roheisen von anderer Herkunft, sofern es nur rein, d. h. siliciumarm ist und eine hinreichende Festigkeit besitzt — schmiedbare Güsse vorwurfsfrei hergestellt werden. Versuche waren indess stets nothwendig, doch vermochte ein geübtes Auge und eine ausreichende Kenntniss der Eigenthümlichkeiten von dem Roheisen verschiedener Gaue die Versuchsdauer wesentlich zu kürzen.

Später beschränkte man sich immer mehr auf halbirtes Eisen, und Mallet giebt an, dass jedes weisse Eisen dazu verwendet werden könne (?) und stellt dadurch die Sache als ausserordentlich leicht hin; dem ist aber bekanntlich nicht so, und es bedarf ausser der durchweg weissen Farbe noch eines bestimmten Grades von Reinheit, um guten schmiedbaren Guss zu liefern. Ganz irrig war namentlich die Aeusserung desselben Autors, dass „gefeintes“ oder in sonstiger Weise „seines Graphites beraubtes“ Eisen ohne Weiteres sich zur Fabrikation des schmiedbaren Gusses qualificire. Brüll reclamirte als nothwendige Eigenschaft des Materiales die „propension aciéreuse“, d. h. Hinneigung zur stahlartigen Beschaffenheit — und insofern der schmiedbare Guss unzweifelhaft, was Mallet nicht zu wissen schien, dem Glühstahl sowie dem Erzstahl sehr nahe steht, mag die Anforderung des französischen Autors, so wenig wichtig ihre Abfassung ist, gelten. Man konnte hierbei an die vormals berechtigte Frage erinnern: Was ist Rohstahleisen und was nicht? Viel bestimmter ausgesprochen werden heute die Einzelanforderungen an die Roheisenbeschaffenheit, und auch für den schmiedbaren Guss grenzt sich die Tauglichkeit des Materials und der Spielraum seiner Bestandtheile mehr und mehr ein.[1])

1) The Engineering and Mining Journal 1869, Vol. VIII, S. 402 bemerkt Dr. Adolphe Ott zur Frage des schmiedbaren Gusses Folgendes:

Mallet habe behauptet, dass die Biegsamkeit und Weichheit des schmiedbaren Gusses von der Vertheilung des Graphites herrühre, der in kleinen Blättchen vorhanden sein müsse. Vergleich mit dem Gelenkquarz. Der Bruch sei mehr der des feinkörnigen Roheisens als des Schmiedeeisens.

Die Bearbeitung sei ähnlich wie bei dem Schmiedeeisen — doch lasse sich der schmiedbare Guss nicht bis zu grosser Tiefe bohren, drehen u. s. f.; auch sei seine Politurfähigkeit geringer als beim Stahl, selbst beim gleichmässig harten weissen Roheisen.

Nach Morin & Tresca sei die Elasticität des schmiedbaren Gusses wesentlich geringer als die des geringsten Schmiedeeisens (35 kg per Quadratmeter). Dünne Stücke von schmiedbarem Gusse liessen sich ohne Schaden kalt biegen — doch ist die Zurückbiegung schon gefährlicher; die warme Bearbeitung geschieht nach Mallet am besten zwischen rother und gelber Glühhitze, doch weichen die verschiedenen Sorten darin sehr von einander ab.

Unter sich ist schmiedbarer Guss nicht schweissbar, dagegen ist es möglich, Eisen oder Stahl daran zu schweissen.

Der Schmelzpunkt liegt zwischen denen des Stahls und des grauen Roheisens; leichter empfindlich in der Hitze als gewöhnlicher Guss, wurde er doch als Material für Silbertiegel in Frankreich viel gebraucht.

Auch das Glüh- und Erzstahlmaterial und das Material des schmiedbaren Gusses lassen Unterschiede insofern zu, als ein Silicium- oder Mangangehalt des Ersteren deshalb nichts schaden kann, weil bei der Ausführung des Processes Aussaigerungen dieser Bestandtheile und auch Uebergänge in die sich bildenden Schlacken eintreten, was bei dem schmiedbaren Gusse ausgeschlossen ist.

Hier spielen nur die Veränderungen im Kohlenstoffgehalt und in den Formen des Kohlenstoffes eine Rolle, was besonders durch die Versuche Forquignon's aufgeklärt worden ist, welche die eigentliche Grundlage der jetzigen Kenntniss des schmiedbaren Gusses bilden.[1])

Sie wurden durch den bekannten Cailletet angeregt und sollten die chemische Natur des schmiedbaren Gusses und den Unterschied desselben von Stahl, Schmiedeeisen und Roheisen klarstellen.

Hierzu erschien nothwendig, neben der Verschiedenheit des Materials auch noch Verschiedenheiten in

der Zeit des Temperns und
der Beschaffenheit des Temperbettes zu berücksichtigen.

Gleichzeitig mussten vor und nach jeder Temperoperation

die Zerreissfestigkeit,
die Dehnung vor dem Zerreissen,
die Elasticitätsgrenze

sorgfältig bestimmt und folgerichtig für jedes Muster auch eine sorgfältige chemische Analyse ausgeführt werden.

Die untersuchten Materialien waren selbstverständlich wesentlich solche, welche in Frankreich und speciell vom Hause Dalifol-Paris verwendet wurden.

In der folgenden Analysenzusammenstellung bezeichnen:

1) ein besonders für Dalifol erblasenes Roheisen von St. Louis-Marseille;
2) ein als Marke Lorn oder Lorne gehandeltes Holzkohlenroheisen (mit kaltem Winde erzeugt) von Ulverstone-Lancashire;
3) ein mit heissem Winde erblasenes Cokesroheisen von ebendaher;
4) ein Holzkohlenroheisen von Toga (Corsika) aus Eisenglanz erblasen;
5) ein graues Roheisen von ebendaher;
6) eine Mischung von gleichen Theilen 1) und 2);
7) eine Mischung von 5 Theilen Lorn mit 1 Theil Ferromangan von Terrenoire;
8) eine Mischung von halbirtem Lorn mit 5 Proc. Ferromangan;
9) eine Mischung des gleichen Materials mit 5 Proc. Mangansilicium von Terrenoire (20 Proc. Mangan und 10 Proc. Silicium);
10) ein Muster reinsten Herdfrischeisens von Undervilliers (Schweiz) als Vergleichsprobe.

1) Recherches sur la fonte malléable. Annales de chimie et de physique 1881, V. Série, Vol. XXIII, p. 433 u. ff.

Die analytischen Ergebnisse der Untersuchungen waren hier:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Chemisch geb. . Kohlenstoff . .	2,94	3,27	3,12	3,51	0,78	3,04	3,79	3,30	2,94	0,166
Graphit . . .	Sp.	0,00	Sp.	0,02	2,89	0,12	0,00	0,00	0,51	0,00
Silicium . . .	0,4	0,30	0,9	0,56	1,821	0,319	0,495	n. b.	0,77	0,047(?)
Mangan . . .	0,1	0,029	0,061	0,157	0,138	0,103	1,788	0,388	0,157	0,00
Kupfer . . .	Sp.	0,00	0,00	Sp.	Sp.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	0,00

In einer früheren Besprechung der Arbeit Forquignon's bezeichnete der Verfasser eine Behauptung des Ersteren als etwas gewagt, die nämlich, dass das Gemenge 9) fast genau die gleiche Zusammensetzung habe, wie das unter 5) erwähnte corsische Holzkohleneisen, und machte darauf aufmerksam, dass diese Behauptung weder für den Graphit noch für das Silicium zuträfe und höchstens für den Gesammtkohlenstoffgehalt und das Mangan gelten könne.

Auch die Bemerkung, dass Nr. 1 den übrigen Sorten gegenüber kohlenstoffarm erscheine, ist nicht völlig berechtigt!

Noch ist zu bemerken, dass hier unter chemisch gebundenem Kohlenstoff die neuerdings unterschiedenen Unterarten Härtungs- und Carbidkohle verstanden sind, während der angeführte Graphit der ebenfalls neu creirten Temperkohle entspricht.[1])

Noch mag erwähnt werden, dass die angestellten Festigkeitsuntersuchungen ziemlich starke Abweichungen ergeben haben, insofern die Zerreissfestigkeit zwischen 6 kg (bei Nr. 8) und 17 kg (bei Nr. 1) pro qmm schwankte.

Die Dehnung, in 0,001 mm pro 100 mm ausgedrückt, wechselte zwischen 0 (Nr. 4 und 8) und 86 (Nr. 3) und scheinen diese Resultate im Einzelnen und im Hinblick auf die wahrscheinliche Beschaffenheit des Materials schwer erklärbar. Ohnedem sind die Festigkeitseigenschaften des Rohmaterials an sich ohne praktischen Belang, da ja das Tempern durchweg das Zerreissgewicht erhöhte und dasselbe zwischen 28 und 48 kg wechselte, mit Ausnahme zweier einziger Fälle (Mischung Lorne und Ferromangan Nr. 7 und Toga grau Nr. 5), in welchen vielleicht die hohen Gehaltsziffern an Silicium (bei Nr. 5) und Mangan (bei Nr. 7) Einfluss gehabt.

Die Versuche des Temperns wurden so angestellt, dass von jedem Material drei Probestäbe gegossen und verschieden lang, d. h. 36—72 und 144 Stunden geglüht wurden, wobei das benutzte Erz ein Rotheisenstein (Hämatit) von ziemlich grosser Reinheit war, davon

86,34 Eisenoxyd,
Sp. Manganoxyd,
3,56 Calciumcarbonat,
Sp. Magnesia,
Sp. Schwefel- oder Phosphorsäure und
8,32 unlöslichen Rückstand hatte (Verluste u. s. w. 1,78 durch Differenz bestimmt).

1) Für die Vorgänge beim Tempern des Gusseisens ist bisher das Verhältniss der verschiedenen von den Theoretikern aufgestellten Kohlenstoffmodificationen noch nicht nach allen Richtungen hin klargestellt und darum auch einstweilen die Forquignon'sche Zusammenfassung von Härtungs- und Carbidkohle vollkommen ausreichend.

Die für die Beurtheilung des Resultats wichtigsten Ergebnisse: Kohlenstoffgehalt, Siliciumgehalt und Zerreissfestigkeit der einzelnen Proben sind wie folgt zusammengesetzt:

Nr.	Material-bezeichnung	Kohlenstoffbestimmung chemisch gebunden,			Graphitischer Kohlenstoff			Silicium-bestimmung			Zerreisslast in kg pro qmm		
		Glühdauer in Stunden											
		36	72	144	36	72	144	36	72	144	36	72	144
1	St. Louis (spec. erblasen)	2,133	1,015 / 0,900	0,84	0,47	0,89 / 0,78	0,26	n. b.	0,448	0,504	41	48	48
2	Lorn, Holzkohlenroheisen	1,55	1,25	0,90	1,45	1,09	0,51	n. b.	n. b.	0,308	27	25	28
3	Ulverstone, Cokesroheisen	0,94	1,07	0,81	1,61	1,21	0,5	0,869	0,901	0,911	38	40	38
4	Toga weiss	1,07 / 1,27	0,85	0,71	2,34 / 2,22	1,56	0,81	0,635	0,543	0,63 / 0,607	27	32	30
5	Toga grau	—	0,50	—	—	2,58	—	—	1,821	—	—	13	—
6	Mischung 1 und 2	1,10	0,62	0,76 / 0,71	1,63	1,77	0,415 / 0,45	0,36	0,336	0,369	28	27	31
7	Mischung Lorn und Ferromangan	—	3,03	—	—	0,00	—	—	0,495	—	—	6	—
8	Andere ähnliche Mischung	3,28	2,63	1,81	0,00	Sp.	0,13	0,434	n. b.	0,44	12	23	29
9	Mischung Lorn und Mangansilicit	1,41	1,11	0,91	1,82	1,57	1,16	n. b.	n. b.	0,77	28	28	30
10	Herdfrischeisen	—	0,126	—	—	0,006	—	—	0,023	—	—	36	—

Vergleicht man diese Versuchsresultate mit einander, so muss man zugestehen, dass das unter 1) angeführte Material wohl das geeignetste der hier berücksichtigten Materialien für schmiedbaren Guss ist. Es liefert bereits nach 36 stündigem Tempern ein Product, welches in seinen Cohäsionseigenschaften ganz nahe an die für Flusseisen im Hochbau verabredeten Werthe herantritt (43—46 kg) und auch die grösste Verlängerung zeigt, während die Elasticitätsgrenze allmälig sinkt, nachdem sie bei 36 Stunden Tempern das Maximum erreicht.

Doch sind diese Werthe weniger wichtig und aus der Tabelle deshalb fortgelassen worden. Sehr nahe kommt der gedachten Leistung das Cokesroheisen von Ulverstone, während das als Lorn bezeichnete Holzkohlenroheisen derselben Oertlichkeit geringere Werthe aufzuweisen hat, was vielleicht an einem durch die Holzkohlenasche veranlassten geringen Phosphorgehalt liegen kann.

Von den untersuchten Mischungen sind die unter 6) und 9) angeführten die entschieden brauchbarsten, wenn auch die absolute Festigkeit nicht die vorher besprochenen Werthe erreicht und auch die (hier nicht mitgetheilte) Verlängerung bezw. die Elasticitätsgrenzen unter denen von 1) und 3) bleiben.

Die Zustände des Kohlenstoffes sind von Forquignon als Hauptfactoren bezeichnet worden und verdienen auch alle Aufmerksamkeit. Interessant ist die Graphitzunahme bei 1) nach 72 stündigem Glühen, was entschieden der schon angedeuteten Ausscheidung von Temperkohle zuzuschreiben ist.

Das am wenigsten geeignete Material ist wohl das Nr. 8), welches nach 144stündigem Glühen noch immer 1,81 Proc. Kohlenstoff zeigt, wenn auch die Zerreissfestigkeit sich entsprechend gesteigert hat. Besser ist noch die Mischung Nr. 9), obschon der Rückhalt an Kohlenstoff und an Silicium reichlich hoch ist.

Sehr eigenthümlich sind die Ergebnisse der Versuche Forquignon's, in solchen Körpern zu tempern, welche keine chemische Wirkung ausüben, z. B. Quarz in Sandform. Er fand dabei unter anderem, dass manganarmes weisses Roheisen, in fast reiner Kieselsäure geglüht, im gebundenen Kohlenstoff von 2,94 bezw. 3,27 Proc. auf 1,45 bezw. 1,82 Proc. nach 72stündigem Glühen und weiter auf 1,00 bezw. 1,26 Proc. nach 144stündigem Glühen herunterging, während sich Graphit, d. h. Temperkohle bis zu 0,5 bezw. 1,18 Proc. fand, welche im Rohmaterial nicht nachzuweisen war.

Jedenfalls ist hier der Sauerstoff der mit eingeschlossenen Luft wirksam gewesen, doch ist die Einwirkung eine minder energische, als bei Gegenwart von Eisenoxyd.

Die Versuche Forquignon's mit Ueberleiten von trockenem Wasserstoff, Stickstoff über gelbglühendes kohlenstoffhaltiges Eisen, welche ebenfalls Entkohlung unter Bildung von Kohlenwasserstoff und Cyan erkennen liessen, sind für die Praxis belanglos.

Noch sind aus der Literatur zu nennen:

C. Rott, Die Fabrikation des schmiedbaren oder Tempergusses. Sonderabdruck aus dem Prakt. Maschinenconstructeur 1881. Leipzig, Baumgärtner.

C. Ricketts, Physical Tests of malleable cast iron. Iron, Vol. XXV.

Ergebnisse der Untersuchungen von schmiedbarem Guss durch A. Martens. In den Mittheilungen der Kgl. Techn. Versuchsanstalt zu Charlottenburg 1886, S. 131.

Aus den Letzteren, welche sich auf sehr verschiedene Gegenstände und Waaren, nicht nur auf Stäbe beziehen und wobei durchaus nicht auf die Fabrikation selbst eingegangen wird, geht hervor, dass die Spannungen in der Streckgrenze zwischen 17,7 und 32,0 kg, die an der Bruchgrenze zwischen 23,4 und 40 kg schwanken können, wobei die aus derselben Fertigung hervorgegangenen Stücke allerdings geringere Abweichungen unter sich zeigen.

Die Brucherscheinung war vorherrschend mattgrau und krystallinisch (ausserhalb der Marken).

Ueber die Ausführung der Arbeiten bei der Herstellung des schmiedbaren Gusses dürfte noch Folgendes zu bemerken sein. Hinsichtlich des Rohmaterials ist noch als selbstverständlich zu bezeichnen, dass man neben dem frischen Rohmaterial in einem gewissen Verhältnisse auch die Abfälle des Betriebes, Eingüsse und Bruch verarbeitet, deren Beschaffenheit sehr veränderlich sein kann und die deshalb gut sortirt werden müssen. Auch Werkzeugabfall kann zugesetzt werden, z. B. Feilenbruchstücke u. s. f.

Das Schmelzen des Materiales wurde ursprünglich in Tiegeln vorgenommen, und bediente man sich zu diesem Behufe der verschiedensten Grössen in Gefässen und Oefen, wie sie in Band I, S. 475 ff. und

zum Theil noch heute, sowie in diesem Bande S. 45 ff. beschrieben, bezw. in ihrem Betriebe gekennzeichnet worden sind.

Während der Inhalt der Gefässe zwischen 25—50 kg schwanken kann, stellte man in einem gewöhnlichen Windofen, wie man sie anfänglich ausschliesslich gebrauchte, einen oder zwei, selten mehr Tiegel auf, welche nach einander ausgegossen wurden — im Maasse, als sie gussbereit sind. Ein solcher Tiegelofen der älteren Form ist bekanntlich ein viereckiger Raum, dessen Höhe sich zur Seite etwa wie $1^1/_2$—2 zu 1 verhält und der unten mit einem Rost, oben mit einem beweglichen Deckel abschliesst. Unter diesem Deckel führt seitlich ein Fuchs nach einer scharf ziehenden Esse und unter dem Roste befindet sich ein tiefer Aschenfall, zu dem von der Seite her die frische Verbrennungsluft strömt.

Sehr zweckmässig ist die Lage der Oefen dann so zu wählen, dass der Rand der oberen Mündung in der Ebene der Hüttensohle liegt und dass der Aschenfall sich nach einer Wölbung unter derselben öffnet. Dann empfindet man im Arbeitsraume nichts von der strahlenden Wärme des Ofens, und das Schüren des Feuers, sowie das Herausnehmen der Tiegel findet in der angemessensten und bequemsten Weise statt.

Diese Anordnung war und ist auf den Stahlgiessereien längst eingeführt — auf den Giessereien für schmiedbaren Guss blieb man dagegen noch häufig im Besitze der in unbequemer Höhe über der Hüttensohle sich erhebenden Windöfen —, namentlich in gemietheten Räumlichkeiten. Noch 1893 sah der Verfasser in pennsylvanischen Werkstätten eine zerstreute Anordnung der Windöfen über der Hüttensohle angewendet.

Bei grösseren Werken erschien es sehr bald geboten, noch weiter zu gehen und die Tiegel in Siemens'sche Regenerativgasöfen einzusetzen, wie das für Gussstahl ja bereits geschehen war. Ein solcher Ofen ist Band I, S. 485 beschrieben und auf Taf. III abgebildet. Auch der in diesem Bande S. 112 u. 113, Textblatt mit Fig. 6 bis 9, dargestellte sogenannte oberirdische Tiegelofen wird viel zu gleichem Zwecke gebraucht.

Alle diese grossräumigen Heizapparate nehmen bis 24 Tiegel auf und verbrauchen bekanntlich weit weniger Brennstoff, als die gewöhnlichen Tiegelöfen. Vergl. die Statik der Schmelzöfen (d. Band, S. 107).

Ein sehr bedeutender Vortheil dieser und anderer Gasöfen ist noch die grössere Schonung der Tiegel, welche in unmittelbarer Berührung mit den Brennstoffen bekanntlich sehr schnell angegriffen werden; im Gasofen umspülen sie die Gase und jeder erkältende Einfluss durch frisches Brennmaterial, das vielleicht unvorsichtig aufgegeben wird und bei einem Windofen immer vorkommen kann, fällt auch noch fort.

Ausser in Tiegeln hat man seit Jahren, namentlich bei grösseren Stücken, den Versuch gemacht, das Rohmaterial des schmiedbaren Gusses in Schachtöfen niederzuschmelzen, wie sie sich im Giessereibetriebe allenthalben im Gebrauche finden. Man ging etwas zaghaft an das Werk, weil der allgemeinen Ansicht nach der Contact des Brennstoffes immer einen Einfluss auf die Reinheit des Materials ausüben konnte, und es erschien daher anfänglich durchaus geboten, nur die besten Brennstoffe zu gebrauchen. Das waren damals Holzkohlen oder

möglichst aschenfreie Cokes; erstere waren aber bereits in jedem Falle zu theuer, um den Wettbewerb mit den letzteren aushalten zu können, und die eben ausgesprochene Bedingung der Verwendbarkeit für die Cokes war damals noch sehr schwer zu erreichen. Man entschloss sich deshalb nur ungern zum Schachtofenbetrieb oder nahm für diesen Fall ein recht leicht schmelzendes, gutartiges Eisen, um nicht die Temperatur des Ofens im Interesse der Giessbarkeit so hoch steigern zu müssen, dass die schädlichen Einflüsse des Brennstoffes sich zu sehr bemerkbar machen konnten. Besondere Windführung und besondere Ofenconstruction erwiesen sich hierbei als nicht unwichtig und fehlten anfänglich darüber alle Erfahrungen gerade in Bezug auf den Punkt des schmiedbaren Gusses.

Später und vielleicht zuerst in der Lütticher Gegend (wo der Verfasser bereits 1870 einen derartigen Ofen sah) lernte man das geeignete Material im Schachtofen zu behandeln, indem man dazu überging, durch möglichst weite Düsen oder Formen den Wind einzuführen und enge Düsen oder Formen zu vermeiden.

Der auf Taf. XI des ersten Bandes abgebildete Ofen ist nach diesen Lütticher Beobachtungen entworfen und construirt, und man erkennt im Vergleich mit den übrigen dargestellten Oefen die weit grössere Düsenweite von 150 mm, welche nur von der Düsenweite der unteren Reihe an dem auf Taf. VII wiedergegebenen grossen Irelandofen übertroffen wird.

Später erwiesen sich besonders die Krigaröfen als sehr geeignet zum Herstellen des Tempergusses und stehen z. B. Constructionen wie die auf Taf. IX und in Figur 40, S. 545 von Bd I. vielfach in Anwendung. Wegen ihrer sehr hohen Temperatur eignen sie sich besonders für die Fälle der Legirung mit Stahl oder Schmiedeeisen, wenn man nicht die hierfür besonders construirten Oefen Fig. 45, S. 561, Bd. I, oder den Ibrügger'schen Ofen, Taf. X, S. 559, desselben Bandes vorziehen will.

Es sind dies ja gerade Apparate, die zur Mitbenutzung von Eisen- und Stahlabfällen construirt sind (S. 558, Bd. I).

Auch der Herbertz'sche Saugcupolofen, welcher in verschiedener Ausführung im ersten Bande S. 565—572, Fig. 46, 47, 48, 49 dargestellt und besprochen worden ist, eignet sich, sofern er vorsichtig behandelt wird und keine zu weitgehenden quantitativen Leistungen von ihm verlangt werden, ganz gut zum Tempergussschmelzen, da er unzweifelhaft keinen Kohlenoxydüberschuss nachweisen lässt, also vermuthlich ohne Graphitbildung, d. h. -ausscheidung arbeiten dürfte. Gleiches gilt von dem Ofen mit Dampfstrahl Fig. 50, S. 572 des ersten Bandes, den Krigar construirt hat und welcher patentirt worden ist. Es sind somit brauchbare Constructionen genug vorhanden und bekannt, um das Material des schmiedbaren Gusses zu schmelzen, auch wenn demselben strengflüssigere Zusätze, wie Stahlbruch, Kleineisen u. s. w. zugesetzt würden.

Anhangsweise muss hier noch auf die Oefen hingewiesen werden, welche speciell zum Tiegelguss construirt sind und mit flüssigen Brennstoffen geheizt werden. Am bekanntesten davon sind diejenigen, welche einige Zeit lang zur Herstellung des Mitisgusses (vergl. Bd. I, S. 220, 221 u. 222) angewandt wurden und eine eigenthümliche cascadenartige

Oelfeuerung hatten. Als Nobel'schen Ofen bildet Howe (Metallurgy of Steel I, S. 302) denselben ab, doch ist auch M. Nordenfelt-London an der Erfindung mit betheiligt, deren Kern wesentlich die Anordnung eines treppenförmigen Rostes, aus einzelnen Blechmulden bestehend, bildet, in deren oberste das Oel eingeführt wird und nun, über den Rand laufend, in die weiteren Mulden gelangt, um schliesslich unten in einer grösseren Mulde gesammelt und nach einem Reservoir geleitet zu werden.

Es liegen in der ab- und aufgehenden Flamme drei Schächte zu je zwei Tiegeln, zwischen denen Luftvorwärmung stattfinden kann.

Die Mitisgüsse haben keinen Erfolg gehabt, es sind wenigstens die dem Verfasser bekannt gewesenen belgischen Anlagen (Huy und Couillet) schon seit einigen Jahren stillgelegt, und da auch die Anwendung flüssigen Brennstoffs nicht überall angängig ist, so mögen diese wenigen Bemerkungen genügen.

Das Formen geschieht sowohl in gewöhnlichem als in getrocknetem Sande, wobei man sich gusseiserner Formkasten, wie bei dem Feingusse, bedient. Wenn Mallet erwähnt, dass auch hölzerne Formkasten vorkämen, so ist das eine Ausnahme und nur für den grünen Guss denkbar. Wichtig ist es, in Form und Grösse die Formkasten so zu wählen, dass sie dem betreffenden Gussartikel gegenüber das leichteste und handlichste Betriebsgeräth abgeben. Man wird demgemäss bei der Schuhnägelfabrikation andere Kasten brauchen müssen, als bei der Darstellung von Schraubschlüsseln oder noch grösseren Stücken.

Die Formerei wird auf der Bank ausgeführt, da selbst die grössten Tempergussstücke nicht gross genug sind, um das Formen auf der Hüttensohle oder gar auf dem Herde anwendbar erscheinen zu lassen.

Das Formmaterial muss sehr gut zubereiteter oder schon natürlich qualificirter Sand sein und sowohl dem Modelle als auch dem Gusse selbst nicht anhängen. In England wendet man den aus der Verwitterung des thonigen Buntsandsteines hervorgegangenen feinen gleichkörnigen rothen Sand an, der sich besonders in den Thälern jenes Gebietes ansammelt und durch angeschlämmten feinen Thongehalt bündig wird; er verarbeitet sich fast ohne jede weitere Vorbereitung und wird, seiner ausgezeichneten Eigenschaften wegen, als Modellsand bis nach Deutschland verfahren.

Bei Birmingham bedient man sich des natürlichen Formsandes aus den ein paar Meilen weit entfernten Kohlenschächten bei Moxeley, während zu Sheffield ein milder halbverwitterter Buntsandstein von Rowsley gebraucht wird, der aber gemahlen und geschlämmt werden muss.

Der Sand von Birmingham wird zu sehr feinem schwachen Gusse, ohne jeden absichtlichen Zusatz von Kohle, verwandt; nach und nach erhält er allerdings mehr oder minder deutlich auftretende Kohlebestandtheile, welche von dem Schwärzen der Formen herrühren. Für gröberen Guss muss er, wie auch der Sand von Moxeley, mit Holzkohle gemischt werden.

Diesen Ausführungen Mallet's über englische Materialien ist nichts weiter zuzufügen, als dass die Feinheit und gleichzeitig die Lockerheit des Formmateriales hier, wie bei jeder sauberen Formarbeit,

Grundbedingungen für das Gelingen sind. In welcher Weise beides erreicht werden kann, richtet sich nach den Eigenschaften des an jeder Stelle vorzufindenden Rohmateriales, und kommt es wesentlich darauf an, aus rohem fetten Sande durch Mahlen und Brennen ein feinzertheiltes Material herzustellen oder durch Mischen von Flusssand und lehmigem Boden erst einen fetten Sand künstlich herzustellen, der dann gemahlen und gebrannt wird (vergl. die Ausführungen in Bd. I, 2. Abtheilung des 1. Buches, S. 384 u. ff.)

Die Modelle zu dem schmiedbaren Gusse unterscheiden sich in Nichts von denen anderer Formereiprocesse, nur ist zu bemerken, dass man von jeher bei kleinen Sachen den Einguss am Modelle angebracht hatte und so eine Art Vereinigung der sämmtlichen einzelnen Modelle bildete, wenn mehr als ein Stück gleichzeitig gegossen werden sollte. Die Modelle selbst müssen, der häufigen Wiederholung des Formens wegen, von dauerhaftem Materiale sein und vorwiegend aus Metall bestehen; zweckmässig ist vor Allem die Anwendung einer leicht bearbeitbaren, aber harten Legirung, an der sich die feineren Züge nicht so schnell abnutzen.

Der Schnelligkeit wegen, mit der gearbeitet werden muss, erscheint es passend, vorwiegend ungetheilte Modelle und genaue Formunterlagen zu benutzen. Für einzelne Dinge, die in tausendfacher Wiederholung geliefert werden müssen, ist es heute fast Regel [1]), Formmaschinen anzuwenden. Ganz besonders eignen sich hierzu die Formplattenmaschinen irgend eines Systems, z. B. die von Woolnough und Dehne, S. 356 u. ff. dieses Bandes.

Eine Hauptsache bei aller kleineren Waare ist der richtige Querschnitt der Eingüsse; es müssen dieselben gross genug sein, einen lebhaften Guss möglich zu machen, und müssen wiederum schlank genug ausfallen, um leicht von den einzelnen Gussstücken abzugehen, ohne deren Ganzheit zu bedrohen. Giesst man die Gegenstände aus sehr grellem Eisen, so ist die Sprödigkeit desselben oft so gross, dass beim Oeffnen der Formkasten alles in Scherben sich befindet, von welchen einige die Gussstücke, andere die Eingüsse enthalten; oft genug bricht die Gusswaare mitten durch und der Einguss bleibt beisammen.

Diese grosse Sprödigkeit ist schwer zu vermeiden, weil man mit sehr heissem Materiale giesst und weil die Formen selbst mit einer die Hitze gut vertragenden Schwärze versehen werden müssen, deren Wirkung das Abschrecken noch um ein Geringes steigert. Bei massiveren Stücken kann man das Schwärzen entbehren, aber nicht bei den leichteren und schlankeren, so dass gerade die ihrer Form nach zerbrechlichsten Gegenstände diese eine nicht angenehme Eigenschaft oder Beschaffenheit durch die Darstellungsmethode verstärkt erhalten.

Es muss beim Tempern darauf Acht gegeben werden, und auch beim Gusse selbst kann man durch Anwendung des festesten Materiales viel thun, um die zu bedeutende Sprödigkeit zu vermeiden. Es ist

1) Der Ausdruck fast ist in obigem Satze gerechtfertigt, weil, selbst in Amerika, dem Lande der raschen Arbeit und des raschen Umsatzes, noch 1893 Giessereien für Temper-, Stahl- und Metallguss ohne jegliche Maschinen arbeiteten.

vielleicht sogar gut, zu diesen Stücken graphitreiches Eisen zu nehmen, weil es in solchen geringen Stärken doch weiss wird, aber besser hält als frisch vergossenes weisses Eisen.

Nach dem Abgusse wirft man den Inhalt der Kasten durch einen Drahträtter, um in einer am Wenigsten zeitraubenden Weise die Gussstücke vom Sande zu trennen. Dieses geschieht vorzugsweise bei kleinen Stücken, während man grössere Gussstücke einzeln aus dem Sande liest oder mit einem Rechen ausharkt. Die Eingüsse werden auf der Stahlschneide eines Meissels oder eines Hammers abgebrochen.

Die völlige Reinigung der ausgelesenen Artikel vom anhängenden Sande geschieht in verschiedener Weise. Gegenstände von gleicher Ausdehnung nach allen Seiten, also weder flache noch lange Stücke, kommen in grosse, rasch gedrehte Trommeln und reiben sich gegenseitig den Sand ab. Alle Dinge, auf die sich eine solche Procedur nicht anwenden lässt, weil sie vorzugsweise Scherben liefern würde, werden entweder von Arbeitern, gewöhnlich Knaben, abgerieben, oder, nach vorgängigem Abwaschen mit Wasser, in verdünnter Schwefelsäure gebeizt, wieder abgewaschen und auf heissen Platten in Sägespänen getrocknet.

Hier sind besonders noch die Sandstrahlputzmaschinen am Platze, sobald der Werth der Gusswaare die Anwendung derselben gestattet (vergl. Bd. I, S. 756).

Die so zum Tempern vorbereiteten Gegenstände kommen nun in die Tempergefässe oder -töpfe, Cylinder von circa 315 mm Durchmesser und 390 mm Höhe, deren Wände und Böden etwa 15 mm stark sein müssen. Obwohl nach jeder Campagne ein guter Theil des Materiales abblättert, so halten die Gefässe doch 15 — 20 Operationen aus. Für ungewöhnlich gestaltete Dinge und gewöhnlichere Arbeit bedient man sich auch einfacherer Tempergefässe, die man in solchem Falle aus dünnem Bleche zusammenbiegt und verbindet.

Im Allgemeinen verbrennt aber Schmiedeeisen natürlich sehr rasch und ist deshalb nur zu 2 — 3 Hitzen zu gebrauchen; man bedient sich aus diesem Grunde hauptsächlich des Gusseisens, das man selbst in die geeignete Form bringt.

Die zwischen die einzelnen Stücke gebrachte Substanz besteht aus einer Mischung von gepulvertem frischen Rotheisenstein mit bereits gebrauchtem, der dann in den Zustand des Hammerschlages (Fe_3O_4 oder $\frac{Fe}{Fe_2}O_4$) übergegangen und mehr oder weniger zusammengebacken ist. Bei starken Stücken, die ein nachhaltigeres Tempern erfordern, ist die Beimischung frischen Erzes selbstredend eine stärkere und die Bemessung des Zusatzes eine Sache der technischen Erfahrung. Ohne jede Erneuerung kommt man nicht aus, da ein mehrfach gebrauchtes Hämatitpulver keine Wirkung mehr äussert, auch wenn man es fein mahlt. Die krystallinische Textur, welche das Oxydationsmaterial durch das wiederholte Glühen annimmt, mag noch mehr als die chemische Veränderung, d. h. die Verwandlung in Eisenoxydoxydul, dazu beitragen, die Unwirksamkeit desselben zu erhöhen.

Was die Einbettung selber anbetrifft, so giebt man auf den Boden der Gefässe zunächst eine 40 mm dicke Lage von Eisenerz und legt darauf die erste Schicht Gegenstände, deren Zwischenräume möglichst auf 10—15 mm zu beschränken sind. Auch die Erzschichten zwischen den einzelnen Lagen von Gussstücken brauchen ebenfalls etwa nur 10—15 mm stark zu sein, aber den Abschluss macht eine etwa 40 mm dicke Lage, die ausserdem noch mit Sand bedeckt sein kann.

Der Deckel wird dann lose aufgesetzt und das Gefäss mit Kalk gezeichnet, so dass man den Inhalt kennt und darnach beim Einsetzen verfahren kann; grössere Stücke setzt man gern in die heisseren Zonen des Ofens, kleinere in die übrigen Räume, wobei wiederum die Kenntniss der Temperöfen und die Erfahrung das Meiste thut.

Das Feuern geschieht in der Art, dass man 18—24 Stunden anfeuert, dann 60—80 Stunden Vollfeuer giebt und darnach bei theilweise geöffnetem Ofen 24—36 Stunden lang abkühlen lässt. Selbst dann kann man die Töpfe nur mit Zangen herausnehmen und stellt sie auf eiserne Platten, um sie ganz kalt werden zu lassen. Nimmt man die Gegenstände zu heiss heraus, so erhalten sie nicht die tiefer und angenehm blauröthlich schillernde dunkle Färbung, die so sehr beliebt ist. Die stärkeren Stücke mit über 20—25 mm Dicke werden häufig nochmals getempert, was man vermeiden kann, wenn man etwas länger abkühlen lässt, weshalb man besser besondere Ofen damit besetzt. Das zweimalige Tempern verursacht selbstverständlich zu leicht eine Verunschönung des Aeusseren, weil die Auflockerung der Textur und die darauf folgende Abkühlung stets eine bleibende Veränderung der Oberfläche nach sich zieht.

Die Oefen zum Tempern sind gewöhnlich einfach construirte hohe schrankartige, oben mit einem Gewölbe geschlossene, vorn offene Oefen, deren Sohle von zwei Feuerungen geheizt wird, deren Gase dann den ganzen Ofenraum durchstreichen, um durch einen Fuchs nach der Esse zu ziehen. Oft mauert man in dem Hohlraume des Ofens ein zweites Mauerfutter ein, innerhalb dessen die Töpfe aufgebaut werden, während zwischen demselben und der äusseren Ofenwand die Feuergase aufsteigen. Ein solches Vorgehen rechtfertigt sich besonders bei feineren Arbeiten, während man sonst das Feuer direct zwischen die Tempergefässe leitet. Die Brust der Oefen ist entweder mit eisernen Platten verschlossen oder mit Steinen leicht vermauert; in jedem Falle ist es gut, in dem Verschlusse Visiröffnungen zum Beobachten der Temperatur auszusparen.

Der Betrieb eines solchen Ofens nimmt nahezu zehn Tage in Anspruch, wenn es sich um die Darstellung mittelgroben Gusses handelt. Die Zeiteintheilung ist dann gewöhnlich folgende: die Töpfe werden den Montag eingesetzt, und am selben Tage Abends oder in der Nacht steckt man Feuer an, welches bis Freitag oder Samstag stetig gesteigert wird, doch selbstverständlich nie bis zum Schmelzpunkte des Roheisens, sondern allerhöchstens bis zu einer deutlichen gelbweissen Glühhitze. Diese Temperatur erhält man mindestens 24 Stunden auf gleicher Höhe, also etwa Sonntag oder Montag Nacht, wobei dann auch alle Zugänge des Ofens vollkommen luftdicht sein müssen. Dann wird einer geringeren Luftmenge der Zutritt gestattet, um die Kühlung so zu beschleunigen,

dass am Mittwoch etwa die vermauerte Vorderseite geöffnet und die Einsätze dem vollen Zuzuge der frischen Luft ausgesetzt werden können. Sie dürfen alsdann aber nicht heisser sein, als es die Möglichkeit gestattet, sie sofort herausnehmen zu können, welches unmittelbar zu geschehen hat.

Eine genaue Ueberwachung der Temperatur und der Zeitdauer des Temperprocesses giebt es nicht; wie lange und wie stark man einen Guss erhitzen muss, ergiebt sich nur aus der Uebung und Erfahrung. Die Tempermethode, wie sie eben geschildert wurde und wie sie in den meisten Giessereien auch ausgeführt wird, hat eine ziemliche Verschwendung an Zeit, Brennmaterial und Anlagekapital im Gefolge. In England hatte man deswegen schon längst sich in den grösseren Anstalten anderer Ofensysteme bedient und dabei dem Siemens'schen Regenerativsystem den Vorzug gegeben. Eine von Francis in Birmingham gewählte Ofenconstruction zeigte z. B. einen halbcylindrischen, muffelartigen Raum mit zwei Einsatzthüren jederseits, deren Zweck es war, die Räumung und Besetzung bei ununterbrochenem Betriebe möglich zu machen. In welcher Weise diese schwierige Arbeit durch mechanische Mittel erleichtert wurde, war nicht bekannt; es wurde nur mitgetheilt, dass in etwa 18 Stunden die neue Charge zur hellrothen Glühhitze gebracht, dass ferner die Temperatur 60—70 Stunden lang allmälig gesteigert und dass nachher durch Unterbrechung des Ofenbetriebes etwa 24 Stunden Kühlungszeit gelassen worden war, ehe man die Charge auszog und eine neue einsetzte.

Die Bedenken, welche man gegen die Anwendung des sonst so vortrefflichen Siemens'schen Ofens überall da hat, wo es sich um wechselnde Temperaturen handelt, müssen auch hier Platz greifen, und haben deshalb bereits die Engländer die Idee ausgesprochen, den Ringofen der Ziegeleien für das Tempern von Gusswaaren umzugestalten und anzuwenden.

Für mittelgrosse Anstalten rechnet man 4—6 Temperöfen als das Maximum, und wird das Tempern von einer besonderen Klasse von Arbeitern ausgeführt, während der Former das Giessen und Schmelzen selbst besorgen muss. Oft auch tempert der Letztere seine Produkte selbst und bedient auch den Temperofen. Nach erfolgter Entleerung der Tempergefässe befreit man alle Gegenstände vom anhaftenden Oxydpulver und polirt sie in ähnlicher Weise, wie es beim Entfernen des Formsandes geschehen, in Trommeln oder durch einzelne Handarbeit.

Wenn sie roh verkauft werden sollen, so sind die Sachen jetzt fertig; oft giebt man ihnen, abgesehen von einer wirklichen Bearbeitung in Schlosserei und Schmiede, einen Ueberzug von Graphit, Lack oder Zinn, und dieses geschieht vielfach ebenfalls in Trommeln, nachdem man die Güsse sorgfältig gereinigt und in einzelnen Fällen sogar gebeizt hat. Verzinnung wird z. B. bei Polsternägeln, soweit solche noch aus Gusseisen gemacht werden, angewendet und durch Rotiren der Nägel in einer heissen eisernen Trommel mit etwa 250 g Kornzinn auf 100 kg Nägel hergestellt. Diese Ueberzüge haben einen sehr intensiven Glanz und sind vollkommen wie geschliffen; selbst der einfache Graphitüberzug sieht sehr bestechend aus.

Noch muss bemerkt werden, dass die Temperöfen mit beweglicher Sohle nach Art drehbarer Backöfen gebaut, von denen einer von Tenwick-Grantham in der vorigen Auflage Taf. XXIX, Fig. 8—11, abgebildet war, keine Verbreitung erlangt haben.

Im weitesten Sinne gehören zu den Temperöfen auch die beim Harträderguss angeführten Kühlgruben.

Die von einigen Fabrikanten angegebenen Verfahren, den Guss in der Form selbst gleich zu tempern, oder in flüssige Tempermassen zu bringen (z. B. das Poulet-Nagaut'sche Verfahren), haben keine Erfolge gehabt. (Mechanics Magazine, Nov. 1872, S. 392; Dingler 1873, Bd. 207, S. 51.)

3. Abschnitt.

Vorgänge bei dem Giessereibetriebe, welche in keine der vorher behandelten Abtheilungen gehören.

Es erschien bei der ursprünglichen Abfassung dieses Werkes dem Verfasser verständlich, alle damals bereits bekannten Ausnahmefälle u. s. w., die sich schlecht anders unterbringen liessen, unter der vorstehenden Ueberschrift einzusetzen.

Es waren dies das Anschweissen des Gusseisens, welches aber schon mehrfach erwähnt war, so dass nur einige Arbeiten nachzutragen waren.

Es wurde angeführt, dass über diese interessante Manipulation Paul Scupin in dem Prakt. Maschinenconstructeur 1872, S. 13, eine Mittheilung gemacht hatte, die sich speciell auf das Ergänzen abgebrochener Walzenzapfen bezog.

Weit wichtiger indessen erschienen die Bemerkungen Mallet's in dem Verlaufe seiner interessanten Vorträge über Giessereibetrieb, wo er in Betreff des Anschweissens auf eine Arbeit von Mengy in den Annales des Mines 1860 verweist und Beispiele aus Percy's Metall-Iron, S. 745, citirt. Das Wesentlichste dieser Arbeiten ist Band I, S. 115, 116, 117, kritisch wiedergegeben und bezüglich der Ausführung sind auch bei den Schilderungen der Walzengüsse entsprechende Bemerkungen gemacht.

Es würden also von Früherem hier nur noch zu besprechen sein:

Das Ein- oder Umgiessen von Gusswaaren,
Die Benutzung von Giessmaschinen,
Die Gewinnung des Roheisenabfalls,

wobei alles Veraltete ausgemerzt und auf unpraktische andere Vorschläge ebensowenig Rücksicht genommen werden soll.

1. Kapitel.

Das Ein- und Umgiessen.

Bereits Mallet hat (a. a. O. S. 25) eine ausführliche Mittheilung über das Eingiessen oder Umgiessen metallener Gegenstände mit demselben Metalle oder einem anderen gebracht, welche vorzugsweise sich auf den Eisengiessereibetrieb bezieht und vom Verfasser deshalb bereits 1870 für die deutsche Industriezeitung (Nr. 25) bearbeitet wurde. (Vergl. auch Kerpely, Fortschritte 1870.)

Diese Bearbeitung wird hier wiedergegeben und derselben noch Mittheilungen aus technischen deutschen Kreisen beigefügt.

Im Bezug auf die in der Ueberschrift enthaltenen „anderen Metalle“ erläutert der englische Verfasser diesen Ausdruck dahin, dass derselbe sich nur auf das Gusseisen, zunächst das Schmiedeeisen und den Stahl bezöge.

Gelegentlich werden auch wohl nichtmetallische Substanzen nach den zu schildernden Methoden behandelt; z. B. Mühlsteinstücke oder Schmirgelblöcke werden mit Gusseisen umgegossen, so dass sie breite Mahlflächen oder cylindrische Oberflächen bilden.

Bringt man flüssiges Gusseisen, von irgend welcher Beschaffenheit, mit der vergleichsweise kalten Oberfläche eines guten Wärmeleiters in plötzliche Berührung, so wird das Eisen abgeschreckt, die Textur desselben wird verwirkt, die Härte wächst, aber die Dichtigkeit nimmt ab.[1])

Der Fall tritt mehr oder weniger deutlich ein, wenn ein Stück Schmiedeeisen, Stahl oder Gusseisen in kaltem oder wenig erwärmtem Zustande in eine Lehm- resp. Sandform gelegt wird, und wenn das flüssige Roheisen, welches die Form füllt, mit dem Metallstücke in Berührung kommt. Umgekehrt bleibt diese Berührung auch nicht ohne Einfluss auf die Beschaffenheit der eingelegten Metallstücke, tritt aber in verschiedenem Maasse bei den verschiedenen Eisenarten auf.

Das Schmiedeeisen verliert an Festigkeit und auch an Dichtigkeit; es bilden sich neue krystallinische Anordnungen durch die ganze Masse hindurch, die schliesslich seine Bestimmung als constructives Material beeinträchtigen.

Aehnliche Veränderungen treten im Stahle auf, aber nicht in gleichem Maasse; sie wirken mehr auf eine Lockerung des Gefüges hin, als auf eine materielle Beeinträchtigung der Constructionseigenschaft. Die Theorie allein berücksichtigt, erscheint daher die Anwendung dieser Eingiess- oder Umgiessmethoden an sich schwer zulässig, und in solchen Fällen ist nur das Verdict der Theorie allein für ihre Anwendung in der Praxis wichtig. Trotzdem bieten sich eine Menge Fälle dar, welche aus verschiedenen Gründen eine Ueberwindung der Schwierigkeiten und ein Umgehen des theoretischen Gesetzes wünschenswerth machen.

Ehe indess auf diese speciell eingegangen werden soll, mag es gestattet sein, unter denjenigen Fällen eine Auslese zu halten, in welchen

1) Mallet sagt wörtlich: its hardness increased with its absolute cohesion, but its thoughness diminished. Die absolute Festigkeit wächst aber nicht durchgängig mit der Härtezunahme und die Behauptung trifft besonders bei dem Weisswerden durch Abschrecken nicht zu.

die Theorie durchaus Führer sein muss und in welchen die Vernachlässigung derselben dem Ausübenden Schaden bringen kann.

Solche Fälle sind alle diejenigen, bei welchen die Erhaltung der vollen und unverminderten Festigkeit und Dichtigkeit beider Metalle, des Gusseisens wie des Schmiedeeisens, Bedingung des Gelingens ist. Dieser Grund ist in ausgezeichnetster Weise bei den Constructionen der Artillerie und bei solchen Maschinen maassgebend, in welchen jedes Theilchen des Materials nicht nur gleichzeitig nach allen drei Hauptrichtungen angespannt, sondern auch einer plötzlich einwirkenden Kraft ausgesetzt wird, die gross genug ist, um dem Werthe der Bruchfestigkeit sich zu nähern. In solchem Falle muss das Um- oder Eingiessen unter allen Umständen vermieden werden, und trotzdem ist die Methode, Kanonen durch Umgiessen eines schmiedeeisernen oder stählernen Rohres mittelst Bronce oder Gusseisen, wiederholt vorgeschlagen, empfohlen und auch versuchsweise ausgeführt worden. In älteren Zeiten der Eisenindustrie, als diese Umstände weniger genau gekannt und erklärt waren und der Mangel guter Werkzeuge schwer ins Gewicht fiel, waren dergleichen Vorschläge aus ökonomischen Gründen entschuldbar. Trotzdem hat Palliser versucht, einen ähnlichen Vorschlag zu machen und erst nachdem ein mächtiges Geschütz in Woolwich zersprungen war, während der erste Schuss abgefeuert wurde, erklärte der Erfinder des Systemes („mit unendlicher Aufrichtigkeit“, sagt der Berichterstatter): er gebe seine Methode (die nicht einmal thatsächlich die seine war) auf und seine Zustimmung, wenn auch etwas spät, zu den andererseits aufgestellten theoretischen Bedenken.

Es wird zwar nicht immer auf solche Spannungen Rücksicht zu nehmen sein, wie sie in den Geschützen entstehen; wenn indess die Spannungen und Widerstände in irgend einer Maschine oder Construction stark genug sind, und besonders wenn Stösse und Schläge eintreten können, thut man sicher gut, das „Vergiessen“ oder „Umgiessen“ zu vermeiden.

Es kommen indess in der Praxis fortwährend eine grosse Zahl Fälle vor, und in ziemlich ausgedehntem Maasse, bei welchen das Einlegen von Metalltheilen besonders aus Schmiedeeisen in die Giessform und das Umgiessen mit Gusseisen mit Vortheil und Sicherheit ausgeführt werden kann.

So wurden seiner Zeit bei der Anlage der Gitterbrücken auf der Commentry-Gannat-Zweigbahn des Orleans-Bahnnetzes nach dem Vorschlage eines der Unternehmer für die Eisentheile des Viaductes von La Sioule die Winkel und Auflageplatten der gusseisernen Pfeilersäulen in die letzteren eingegossen.

Der Erfolg ist in diesem Beispiele ein vollkommener gewesen, da die Masse des mit dem Schmiedeeisen in Berührung gelangten Gusseisens eine vergleichsweise grosse gewesen war.

Aus diesem Grunde allein war auch keine ernstliche Gefährdung der Festigkeit des Gusseisens zu befürchten gewesen, welches doch hier als das empfindlichste der beiden Materialien anzusehen ist, und auf der anderen Seite ist der Sicherheitscoefficient solcher Constructionen gewöhnlich ein so grosser und die Lage von dergleichen Theilen eine

an sich so günstige, dass eine kleine Veränderung in dem Schmiedeeisen kein namhaftes Wagniss sein dürfte.

Geht man zum vollsten Gegensatz in Betreff der Grössenverhältnisse über, so sieht man dieselbe Methode in fortwährendem Gebrauche unter den Giessern von ornamentalen Gegenständen, z. B. leichten Geländern und Gittern, Balkonumwährungen und dergleichen mehr; in die Gussformen derselben legt man kurze Eisen- oder Drahtstücke ein, die, umgossen, die Angriffspunkte für die Zusammensetzung solcher Theile bilden und durch Schrauben oder Nieten mit den Griffleisten (handrails) und anderen Theilen der architektonischen Constructionen verbunden werden, zu denen sie gehören. (Vergl. diesen Band S. 162.)

Hierbei, da sowohl das Gusseisen als auch das Schmiedeeisen nur in geringen Abmessungen auftreten und Spannungen wie Veränderungen der Massenvertheilung entsprechen, kann jeder Verlust an Stärke oder Dichtigkeit im Hinblicke auf die ökonomischen Vortheile des Verfahrens ertragen werden.

Hier ist namentlich hervorzuheben, wie weit die Anwendbarkeit dieser Methode geht, um dafür bestimmte Beispiele zu geben.

Zuvor ist aber noch ein Irrthum zu bekämpfen, welcher auf einer falschen theoretischen Voraussetzung beruht und selbst unter denen verbreitet ist, welche in diesen Punkten für unterrichtet gelten.

Es ist wiederholt behauptet worden, dass ein Zuwachs an Festigkeit und Dichtigkeit den Eisengüssen dadurch zu geben sei, dass man in das Innere derselben ein geschmiedetes Skelet einlege, welches fest eingegossen und vom Gusseisen, wie ein Gerippe vom Fleische, umkleidet werde.

So versuchte man häufig in Giessereien ein roh zusammengenietetes Rädergerippe zu verzinnen und dann in die Gussform eines vollendeten Waggonrades zu legen und mit Gusseisen zu umgiessen.

Diese dem Zustande der Eisenbahntechnik damals mehr als heute entsprechenden Räder sind jedenfalls nicht besser als einfache gusseiserne gewesen, aber bei weitem weniger gut, als gelungene amerikanische und andere Hartgussräder.

Man kann es wohl als ausgemacht ansehen, dass graues oder schwachhalbirtes Roheisen durch Einlegen von Schmiedeeisen keinen Zuwachs an Festigkeit erfahren kann, weil die Dehnung dieser Sorten wirklich grösser ist als die des Schmiedeeisens im Anfange der Belastung, so dass schliesslich nur das eine Material in Anspruch genommen wird, einzig und allein durch oberflächliche Adhäsion des eingelegten Gerippes etwas geschützt. Dagegen ist aber auch vom Anfange an eine Spannung zwischen beiden vorhanden, welche aus den verschiedenen Schwindmaassen beider Metalle und der verschiedenen Temperatur in beiden im Augenblicke des Erstarrens sich ableiten lässt.

Es wäre also nothwendig, um diese Uebelstände zu vermeiden, nur hartes weisses Roheisen zu verwenden, wenn man ein Umgiessen beabsichtigt, aber hierbei sind wieder andere Schwierigkeiten zu überwinden; sprödes und hartes Roheisen, sei es von Natur weiss oder abgeschreckt, selbst nur hell halbirt, verhält sich noch weniger schmiegsam und nimmt vollständig alle Spannung in sich auf. Solche Räder, namentlich im Falle sie hart gegossen und Laufflächen besitzen, zer-

brechen sehr bald, und der ganze Nutzen des schmiedeeisernen Gerippes besteht alsdann darin, dass es die einzelnen Fragmente nothdürftig zusammenhält.

Bemerkenswerth und nicht ohne Belehrung bleibt für diese Ansicht ein in Paris 1867 ausgebrochener Wetteifer zwischen den Documenten- und Geldcassetten zweier Fabriken.

Der eine (Namen thun hier nichts zur Sache) füllte den Raum zwischen den äusseren und inneren Eisen- oder Stahlplatten der Cassettenwand mit einer Platte von dem härtesten Franklinitroheisen aus (Spiegeleisen und Weissstahl aus den Franklinitrückständen von New-Jersey erblasen), welches geschmolzen zwischen die beiden Wände gegossen wurde. Dieses Material ist selbstredend so hart, dass es in keiner Weise durchbohrt werden kann, doch ist es ebenso spröde, sogar scheinbar noch spröder, als das gewöhnliche weisse oder Hartgusseisen.

Diese nachtheilige Eigenschaft auszugleichen, hatte man mit dem flüssigen Roheisen ein Netzwerk aus Rundeisenstäben von circa $^5/_{16}$ Zoll Stärke umgossen, und es war versichert worden, diese Stäbe hätten ihre eigene Dichtigkeit und Festigkeit auf ihre harte und spröde Umgebung übertragen.

Einige Schläge mit einem mässig schweren Hammer bewiesen indessen, dass die Platten noch ebenso spröde als früher geblieben waren, und dass das Stabwerk lediglich die Fragmente lose zusammenhielt. Die Festigkeit der Schmiedeeisenstäbe hatte keine Einbusse erlitten, doch die Platte als Ganzes war ebenso leicht zu zertrümmern gewesen wie vorher, und einige Fragmente waren sogar herausgeschlagen worden.

Ein anderes merkwürdiges Beispiel der Wirkungslosigkeit eingegossener Schmiedeeisenstücke fand sich früher (ob jetzt noch, ist nicht bekannt) in Kirkaldy's Museum auf seinem Prüfungsatelier in Southwark. Ein starker Cylinder oder eine Walze von Gusseisen trägt im Innern einen festgegossenen entsprechend starken schmiedeeisernen Rundstab. Dieser Cylinder wurde in ganzem Zustande zur Prüfung eingesandt (ohne Angabe des thatsächlichen Zustandes) mit dem Wunsche, die Probe möchte nur bis zu einem bestimmten Gewichte gehen, da das Material ein verbessertes und verstärktes Gusseisen sei, dessen Zubereitung geheim gehalten werden müsse; Bruchstücke seien deshalb nicht erwünscht.

Als Kirkaldy an der gewünschten Grenze angekommen war, erschienen die Dehnungen des Probestabes seinem geübten Auge so wunderbar und befremdend, dass er sich entschloss weiter zu gehen und bis zum Bruche fortzufahren. Als dieser Fall eintrat, fand man, jedenfalls nicht zum grössten Vergnügen des vorläufig nicht genannten Erfinders, den Schmiedeeisenstab im Innern und kam dadurch zu dem Schlusse, dass dieser allein bis dahin die Wucht der Brechungsversuche ausgehalten, dem Gusseisen selbst aber keinerlei Zuwachs an Festigkeit gegeben habe. Der Bruch des letzteren unterschied sich in nichts von dem des gewöhnlichsten Roheisens.

Aehnliche Wirkungen beobachtet man bei nach bestimmten Methoden gegossenen zusammengesetzten Panzern, bei denen allerdings eine spätere starke mechanische Bearbeitung stattfindet.

(Vergl. des Verfassers: Anlage und Betrieb der Eisenhütte, Bd. III, S. 778 u. ff., sowie desselben: Die Metalle und ihre Legirungen im Dienste der Heere und der Kriegsflotten, Hannover, Helwing, S. 283.)

In den folgenden Beispielen wird das Verfahren des Um- oder Eingiessens praktisch erläutert, und gleichzeitig werden diejenigen Fälle der Industrie ausgezeichnet und hervorgehoben, in welchen die Methode vorzugsweise brauchbar sich erweist.

David Moline liess sich vor Jahren eine Methode patentiren, durch Combination gusseiserner und schmiedeeiserner Theile Fensterrahmen und Flügel herzustellen.

Die Sprossen waren aus Walzeisen von den bekannten Fenstereisenprofilen (einerseits einen Rundstab oder eine Combination von Kehlungen, andererseits einen Quadratstab zum Anschlag der Scheiben) geschnitten, so dass sie an den Kreuzungspunkten zwar nahe zusammenstiessen, sich aber nicht berührten. Ein eisernes Modell diente dazu, den vollständigen Rahmen oder Flügel mit allen Stäben in Sand zu formen; nach Entfernung des Modelles wurden die abgeschnittenen Sprossenstäbe eingelegt und festgedrückt. Jeder Kreuzungspunkt war im Modelle durch ein verziertes Medaillon, eine Rosette, bezeichnet, welche in ihrer Masse die vier Sprossenenden ein- und umschloss, die dort zusammentrafen.

Nach Verschluss der Form wurden diese Rosetten entweder einzeln oder gleichzeitig (mit Hülfe richtig verzweigter Eingüsse) mit nicht zu heissem Roheisen vergossen und der Flügel resp. der Rahmen war fertig. Solche Gegenstände sind fest und bieten in jeder Beziehung eine Menge Vorzüge vor den ganz aus Gusseisen angefertigten Gitterwerken dar, besonders hinsichtlich der Abwesenheit aller Verwerfungen, Verziehungen und Brüche.

Wer die Nettigkeit gewalzter Stäbe und die reiche Verzierung einer Rosette zusammenhält, findet unbedingt, dass auch für die äussere Schönheit ein Vortheil in dem alten Moline'schen Verfahren liegt.

Schöne Beispiele dieser verbesserten Rahmen sieht man an den Fenstern der Bauten auf der Ludgate Hill Station (London-Chatham-Dover), an der Front des neuen Coventgarden-Theaters und an manchen anderen Stellen Londons.

Auf Fensterrahmen allein ist dieses Verfahren nicht beschränkt geblieben, sondern auch auf Gitterzäune aller Art angewandt worden; einen sehr guten Effect machen in dieser Beziehung die Geländer der Chelsea-Kettenbrücke in London, welche unter der Anleitung von Thomas Page dargestellt worden sind.

Ein anderes ebenfalls älteres Beispiel für Ein- und Umguss bildete die circa 1600 Fuss oder etwa 480 m lange Gitterflucht, welche Nassau Street von dem Parke des Trinity College Dublin trennt und welche unter der Leitung, sowie nach den Angaben Mallet's ausgeführt worden ist.

Dieses Gitter bestand aus 50 Fuss langen Feldern, welche zwischen gusseisernen durchbrochenen und mit Reliefs verzierten Pilastern befestigt waren und ihrerseits wieder aus vertikalen Rundstäben mit Lanzenspitzen und Knäufen bestanden, welche durch zwei horizontale Flacheisenstangen mit einander verbunden waren.

Die Vertikalstäbe waren 40 mm stark und von gleicher Länge (etwa 2,25 m) bis auf den jemaligen sechsten Stab, welcher, die untere Querleiste durchbrechend, die Granitschwelle des Gittersockels erreichte und in denselben eingegossen war. Die Kopfleiste des Gitters war mit reichlich 40 mm grossen Oeffnungen für die Vertikalstäbe versehen, die so weit durchgesteckt werden mussten, um die besonders gegossene Lanzenspitze auf das Ende aufkitten zu können. Die Fussleiste war mit 20 mm weiten Oeffnungen für je fünf unten mit Hals versehene Stäbe und einer 40 mm weiten Oeffnung für den sechsten durchgehenden und im Granit zu vergiessenden Stab versehen. Jeder Viertelstab erhielt eine aufzusetzende Lanzenspitze, ein angegossenes Kapitäl unterhalb der Kopfleiste und einen angegossenen Fuss (Knospe oder das umgekehrte Kapitäl) oberhalb der Fussleiste; der sechste Stab wurde ausserdem durch ein kräftiges Sockelstück (hohler Eisenguss) gesteckt, welches die Entfernung zwischen Fussleiste und Schwellenoberfläche genau bestimmte und für sich hergestellt wurde.

Die vollkommen gerade gerichteten Stäbe wurden zu zwölf Stück mit den Modellen der Verzierungen versehen, in einen Kasten gelegt, mit gutem festen Eisen umgossen und gut ausgekühlt, wobei nur wenige abschreckten.

Die Mischung bestand aus weichgrauem Beaufortroheisen Nr. 2 und Schottischem Roheisen Nr. 1 (in welchem Verhältniss, hat der Berichterstatter anzugeben unterlassen).

Die Lanzenspitzen wurden sammt und sonders in gewöhnlichem Sande gegossen und ebenso wurden auch die Basen für die sechsten Stäbe angefertigt.

Die Zusammenstellung erfolgte in der Art, dass zunächst die Vertikalstäbe mit der Fussleiste zusammengesetzt wurden, wobei die 22 mm starken Enden von fünf Sechsteln der Traillen hinter der Fussleiste zu Nietköpfen umgeschlagen und möglichst verstemmt wurden. Das Ganze wurde, auf ein starkes Holzgerüst gebunden, in grösseren Fluchtstücken von 7,5 mm auf die Mauer gesetzt, lothrecht eingestellt und an der einen Seite mit einem der Pfeilerstücke, an der anderen mit einer interimistischen Holzsäule fest verbunden und zunächst die Kopfleiste aufgezogen. Darauf wurden sämmtliche sechsten Stäbe eingegossen, nachdem sie bereits beim Aufsetzen durch die losen verzierten Fussstücke durchgeschoben worden waren und das Gitter auf denselben mit der Fussleiste auflag, worauf schliesslich nur noch die Lanzenspitzen aufgesetzt und vergossen wurden.

Der Aufwand an Handarbeit war bei diesem Baue so gering, dass Mallet denselben auf 40 Schillinge oder Mark pro Tonne Schmiedeeisen feststellt; ein Resultat, welches nur der Anwendung angegossener Verzierungen zuzuschreiben war, welche die Aufstellung und das Zusammenpassen ungemein erleichterten.

Der Bau erfolgte bereits 1843 und war noch 1865 als eines der schönsten und kräftigsten Gitter in Europa bekannt; es dürfte ziemlich den ersten und ältesten Fall des Umgusses darstellen.

Von Interesse ist noch, dass man damals, das Abspringen der Verzierungen fürchtend, die einzugiessenden Stellen mit Thon und Schwärze bestrich, ohne einen Nutzen zu verspüren; später bürstete man die betreffenden Stellen mit Graphitstaub und Kalk ab und erzielte dadurch eine grössere Feinheit der Güsse.

Zum Vergiessen empfiehlt Mallet eine Legirung von Zink und Blei, welche in ihren elektrochemischen Beziehungen zum Roheisen sich dem Zink nähert und nicht in dem Maasse schädlich wirkt, als reines Blei, dessen Contact stets das Rosten befördert.

Der mehrfach versuchte Portlandcement ist zu verwerfen, weil die Dehnung des Eisens durch Temperaturveränderungen die dünnen Cementschichten, die in solchem Falle vorhanden sind, sehr bald zerstören und dem Wasser erst recht den Eingang bahnen.

Die hier besprochenen Punkte sind alle aus der Thätigkeit des praktischen Giessers entnommen, und zwar aus seiner bescheidensten, wo er dem Architekten und Bauherrn dient. Doch ist hoffentlich für den, der sich für die Giesskunst interessirt, genug geboten worden, um die Vortheile der geschilderten Giessmethode seinem Geiste aufzudrängen und ihm die Fälle zu zeigen, in welchen dieselbe mit Nutzen und ohne Nachtheil verwendet werden kann. (Eigene Worte des Berichterstatters.)

Von Interesse sind noch einige Notizen über das Einlegen schmiedeeiserner Kerne in gusseisernen Gegenständen zum Behufe einer Steigerung ihrer Festigkeitsverhältnisse, welche in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1869, S. 359, abgedruckt sind.

Rieth berichtet über eine in dem v. Swaine'schen Hüttenwerke in Neuhaus bei Sonneberg vorhandene, mit einem eingegossenen schmiedeeisernen Kerne versehene Oberwalze, welche bereits zwei Unterwalzen überdauert habe, so dass der Berichterstatter keinen Anstand genommen, Ersatzwalzen, die nothwendig wurden, ebenfalls mit einem schmiedeeisernen Kerne zu versehen.

Flender erwähnt in der darauf folgenden Discussion einer Excentricwelle in einer englischen Nietpresse, welche vielfach und so lange wiederholt gebrochen sei, bis dasselbe Stück mit eingegossenem verzinnten Schmiedeeisen versehen hergestellt wurde.

Knaudt beschreibt einen ähnlichen Fall, der die Kolbenstange eines Daelen'schen Hammers betrifft, die mit eingegossenem schmiedeeisernen Kern sich viel dauerhafter erwiesen habe, als ohne denselben.

Wintzer sucht die Verstärkung dadurch zu erklären, dass sich an den Trennungsflächen beider Materialien Stahl bilde, welcher das Guss- und das Schmiedeeisen mit einander verbinde, und führt als Beweis an, dass die mit Roheisen vollgegossenen Bessemercoquillen stets in den Blöcken eine Uebergangszone von Stahl in Roheisen zeigten. Andere Beispiele zeigten, dass bei besonderen Bruchrichtungen der eingegossene Stab nichts nutze.

Auf den Einwurf, der Zinnüberzug müsse doch die Cementation verhindern, erwidert Wintzer: das Zinn schmelze so rasch und vertheile sich derart, dass sich nur eine Masse mit Spuren von Zinn bilde.

2. Kapitel.

Das Arbeiten mit Centrifugalgiessmaschinen und besonderen Eingussvorrichtungen.

Diese wiederholt auftretenden und in Vorschlag gebrachten Einrichtungen sind meist nur für die Räderfabrikation von Bedeutung und beziehen sich dann vorwiegend auf die Benutzung des Gussstahls.

Whitley in Leeds und Bower in Hunslett haben sich eine Vorrichtung patentiren lassen, welche Radreifen aus Gussstahl oder aus einer sehr stark überhitzten Luppe von Schmiedeeisen oder weichem Stahl darstellen soll. Dieselbe besteht aus einer zweitheiligen Giessform, oben offen, wie eine Herdgussform, in welche ein beweglicher Eingusstrichter, dessen unteres Ende, horizontal umgebogen, das Metall gegen die Formperipherie leitet, hängt. Diese Form ist auf einer durch einen Riemenscheibenmechanismus bewegten Scheibe aufgeschraubt und wird dadurch noch dauerhafter gemacht.

Der Kranz des Radreifens liegt halb in der unteren Hälfte der Form; gegen das Herauswerfen des Metalles schützt das Uebergreifen des oberen Formtheiles. Ein Tisch, aus dem die Wellen heraussehen, schützt die Transmission. (Dingler's Journal 1865, 176, S. 14.)

Tarr z. B. hat bereits vor 30 Jahren eine permanente Form mit verschliessbaren Eingüssen für die Darstellung gussstählerner Scheibenräder construirt, welche aus zwei Theilen besteht, von denen der obere gegen den unteren durch drei starke Schrauben angedrückt wird, um nach Einlassen des Gusses eine starke Compression auszuüben. Ein dritter Theil der Form ist der Ring, welcher die Peripherie des Rades bildet und in eine Vertiefung des unteren Theiles eingreift, sonst aber lose ist und für sich abgehoben werden kann. (Dingler's Journal 1867, 2, S. 391; Mechanics Magazine 66, 2, S. 405.)

Durch die bereits beim Räderguss geschilderte Ausdehnung der Räderherstellung aus schmiedbarem Eisen und Stahl sind übrigens auch diese Giessprocesse oder -Maschinen ziemlich verdrängt worden, wenn sie überhaupt eine gewisse Verbreitung erlangt hatten, was bezweifelt werden kann.

3. Kapitel.

Gewinnung des Roheisenabfalles.

Es bilden sich bei dem Giessereibetriebe immer Verluste an Eisengranalien aus, die bedeutende Dimensionen anzunehmen vermögen und deren Gewinnung deshalb wünschenswerth ist. Da eine solche Arbeit zu dem Kreise der Giessereiprocesse insofern gehört, als sie in diesem

Kreise eine Art von Verbindungsglied zwischen dem Fertigproducte und dem Materiale bildet, so glaubte der Verfasser, ein dahin einschlagendes Verfahren an dieser Stelle erwähnen zu müssen.

Dasselbe ist von S. Fischer beschrieben (Oesterr. Zeitschrift 1870) und bezog sich auf Giessereiabfälle (Sand und Schlacken), welche durchgängig 3—4 Proc. verzetteltes Eisen in Körnerform enthielten.

Es ist ja bekannt und auch in diesem Werke schon vielfach angedeutet worden, dass der Kleinguss die Massenherstellung derselben kleineren Waaren durchgängig zur Entstehung diverser Verluste führt und stets führen wird und dass auch die strengste Aufsicht daran nicht viel ändern kann.

Der beschriebene Apparat war eine Fluthwäsche oder ein offenes Gerinne (Geflücke) von 6 m Länge, etwa 350 mm Breite und im Ganzen etwa 450 mm Fall oder Neigung gegen die Horizontale.

Eingesetzte etwa 30 mm hohe Querschwellen theilen das Ganze in drei Theile und fangen das Eisen auf, das in den zerkleinerten und mit Wasser durchgespülten Massen enthalten ist.

Der Sand wird von zwei Arbeitern angefahren und verwaschen und gewinnen, bei etwa 120 l Wasserverbrauch pro Minute, in sechs elfstündigen Schichten, d. h. in einer Woche, etwa 1500—1600 kg Roheisenabfall, wofür nach der Quelle ein Gesammtlohn von 6 Gulden österr. Währ., also pro Mann und Tag 50 Kreuzer oder nominell 1 Mark täglich gezahlt worden ist.

Die Cupolofenschlacken müssen natürlich etwas kräftiger behandelt werden und sind zunächst durch Handscheidung von gröberen Eisentheilen zu befreien, dann in einem Stampf- oder Pochwerk in fliessendem Wasser zu zerkleinern, so dass die Schlackentrübe fortgeht und Granalien in den Pochtrögen zurückbleiben.

Zwei Leute vermögen hier beinahe die doppelte Menge Granalien wie bei der Sandwäsche zu gewinnen, indem sie in einer Woche etwa 20—22 cbm Schlacken verarbeiten.

Auf die Oefen einfach bezogen, macht dieser Granalienfall 1 Proc. aus. Die so gewonnenen Abfälle gehen zum Hochofen, dessen Erzausbringen, d. h. dessen Eisenlieferung durch den Zusatz von $30^1/_2$ auf 35 Proc. gesteigert wird, was eine Verminderung des Kohlenverbrauchs um etwa $12^1/_2$ Proc. bedeutet.

Es ist ja bekannt, dass die alten Holzkohlenhochöfen, z. B. die des Harzes, alle ihre Schlacken mit Wasser verpochten, weil vergleichsweise grosse Mengen von Eisengranalien in denselben eingeschlossen waren, was hauptsächlich an der Zähflüssigkeit der sehr sauren Schlacken lag oder der an zu schärferer Trennung ungenügenden Ofenhitze jener älteren jetzt verschollenen Betriebe.

Die neueren Giessereien wie auch die Hochöfen betreiben selten mehr Schlackenwäschen; man sieht vielmehr darauf, alle Verzettelung einzuschränken und den unregelmässigen Eisenabfall zu vermeiden.

Dritte Abtheilung.

Allgemeine Einrichtung und Leitung der Giessereien.

In dieser Abtheilung, welche an die Stelle des in den früheren Auflagen befindlichen vierten Buches tritt, sollen in wesentlich abgekürzter Weise die auch dem Techniker interessanten Momente zusammengestellt werden, die sich auf die allgemeine Einrichtung und die Leitung beziehen.[1])

Die Verschiedenartigkeit der auf dem Wege der Eisen- und Metallgiesserei herstellbaren Artikel und die nicht weniger verschiedenen Bedingungen der Herstellung selbst machen die Einrichtung und Anordnung der Arbeit in den Giessereien und die Verwaltung solcher Werke zu einer nicht leichten Aufgabe, sobald man allen Interessen möglichst gerecht werden will.

Bei der Ausführung der Formerei findet theils Einzelarbeit, theils Gesellschaftsarbeit statt; die Arbeit an den Schmelzöfen ist abhängig von der Zeitleistung, d. h. dem Eisenbedarf der Former, und der Ausfall der Formerei ist zum Theil wieder beeinflusst durch die Eigenthümlichkeiten des Schmelzprocesses.

Eine richtige Betriebsgestaltung wird daher wohl dahin zu streben haben, dem technischen Verhältniss der Arbeiten das Interessenverhältniss der Betheiligten möglichst genau nachzubilden und entsprechen zu lassen; um dieses Ziel zu erreichen, ist aber, wie in jedem verwickelten oder vielseitigen Betriebe die blos kaufmännische Organisation nicht allein genügend, sondern es müssen zur directen Ueberwachung und Controle des Betriebes technische Gesichtspunkte aufgesucht werden.

Es wird die gesammte Verwaltung darnach zerfallen in die kaufmännische Leitung des Ganzen und in die technische Verwaltung der Arbeit. Die Erstgenannte unterscheidet sich in Nichts von dem Apparat jeder anderen Fabrikationsverwaltung, wogegen die Betriebsverwaltung ihre sehr berechtigten Eigenthümlichkeiten hat und die befriedigende Lösung vieler recht schwieriger Interessenverwickelungen erheischt, wenn sie vollkommen gerecht genannt sein will.

1) Diese Abtheilung ist in der Einleitung auf Seite 1 nicht angeführt, weil bei Abfassung der Letzteren noch die Absicht bestand, das vierte Buch als solches bestehen zu lassen, was aber im Interesse der Kürzung später aufgegeben worden ist.

Im Folgenden werden lediglich eine Reihe von einzelnen Erfahrungssätzen mitgetheilt und daneben auf die Organisations- und Verwaltungsgrundsätze der Privatindustrie hingewiesen, soweit solche in Erfahrung zu bringen waren.

In neuerer und neuester Zeit, also seit Erscheinen der letzten Ausgabe dieses Werkes, sind so viele Sonderarbeiten erschienen, welche die haushälterische und kaufmännische Seite des Giessereibetriebes mehr oder minder selbständig oder im Anschluss an die Maschinenfabrikation behandeln, dass es hier überflüssig erscheint, mit gleicher Ausführlichkeit wie in den ersten Auflagen diese Dinge hier zu besprechen, um so mehr, als sich die alten Verhältnisse überall geändert und zum Theil vereinfacht haben.[1])

Nur Einzelnes von dem früher Gegebenen soll hier wiederholt werden, um das Werk nicht unabgeschlossen erscheinen zu lassen; das reiche Anlagematerial wird dagegen grösstentheils fortzulassen sein, da es für die meisten Fälle der Jetztzeit wohl keinen Werth mehr hat.

Das nunmehr noch in Betracht kommende Material zerfällt in zwei Gruppen oder Abschnitte:

I. Von der Anlage, Anordnung und Einrichtung der Giessereien.

II. Von der Betriebsorganisation und der rechnerischen Betriebsführung der Giessereien.

1. Abschnitt.

Von der Anlage, Anordnung und Einrichtung der Giessereien.

Wiewohl es bei der Anlage der Giessereien weniger auf recht günstige Wahl des Platzes ankommt, als bei der Anlage von grösseren Hüttenwerken, so müssen doch, namentlich bei beabsichtigter späterer Ausdehnung des Betriebes über ein gewisses Minimum hinaus, der Inangriffnahme der Sache einige Erwägungen vorhergehen.

Gewöhnlich sind zwei Gesichtspunkte für die Anlage einer Eisengiesserei entscheidend:

Das Bedürfniss eines Ortes oder Bezirkes, in welchem sich eine Nachfrage nach Gusswaaren einstellt;

die Gelegenheit billiger und bequemer Production an Giessereiroheisen im Hochofen.

1) Früher wurden ausser den sehr interessanten Mittheilungen Guettier's (Traité de la fonderie 1858, p. 344 u. ff.) noch die Angaben von Busch (Die Organisation und Buchführung des Eisengiesserei- und Maschinenbaubetriebes. Leipzig, Wilfferodt, 1863) benutzt und mit den eigenen Erfahrungen verarbeitet. Jetzt ist auf Werke wie: Messerschmitt, Calculation in der Eisengiesserei, 2. Auflage, Baedecker, Essen 1886, und Levitus, Preise für den Maschinenbau, 2. Auflage, Gaertner, Berlin 1879 u. s. w. hinzuweisen.

Während einerseits eine Stadt, sobald sich nur etwas Industrie (Mühlen, Gerbereien u. s. w.) dort befindet, die Anlage einer Giesserei rechtfertigt, wird es andererseits selten vorkommen, dass Hochofenanlagen ohne jeden Giessereibetrieb sind, sobald einigermaassen Nachfrage sich einstellt.

Das anfänglich für den eigenen Bedarf des Werkes beschäftigte Formereipersonal muss vermehrt werden und das Eisen findet direct aus dem Hochofen eine sehr preiswürdige Verwendung.

Unabhängig in der Anlage sind nach dem Gesagten natürlich nur die selbständig arbeitenden Anstalten, und für sie gilt die Nothwendigkeit einiger Erwägungen bei der Wahl des Ortes und des Platzes selbst.

Es ist indessen äusserst selten, dass eine Stelle allen Anforderungen entspricht, welche der Gründer eines industriellen Etablissements stellen muss, und es wird darauf ankommen, wie das Verhältniss der Vortheile und der Nachtheile ist, welche auf einen Platz sich beziehen. Manche machen den Fehler, von einer Oertlichkeit alles zu verlangen und derselben keinen Nachtheil zuzugestehen; Andere wiederum unterscheiden nicht hinlänglich unter den einzelnen in Berücksichtigung zu ziehenden Verhältnissen.

Dann ist noch ein Hauptpunkt zu erwähnen, der die Anschauung der bedingenden Verhältnisse äusserst schwankend macht; — es ist die beabsichtigte oder mögliche Ausdehnung des zukünftigen Betriebes abhängig von den Mitteln, aber, auch wenn diese wachsen, noch abhängiger von der Beschaffenheit und Art der Fabrikate. Es giebt Giessereiproducte, die ihrer Form und Verwendung nach nur im Wege der Massenfabrikation mit Vortheil dargestellt werden können, während andere nur zur Einzelarbeit Veranlassung geben. Aus der schwankenden Grösse der einzelnen Stücke leitet sich in beiden Fällen entweder ein sehr bedeutender, ein mittlerer oder ein sehr geringer Umfang der Anlage ab, der ebenfalls Einfluss übt.

Die Literatur bot früher ausser einigen Aufnahmen in den Zeichnungen der „Hütte" und den Plänen, welche Guettier in seinem Handbuche mittheilt, wenig oder gar nichts, was sich für die Anlage von Giessereien verwerthen liesse.

Immerhin muss man bestrebt sein, durch möglichste Ausdehnung des Betriebsumfanges die allgemeinen Verwaltungsunkosten so günstig zu vertheilen als möglich, und dadurch auch für die Materialbeschaffung die besten Bedingungen zu schaffen.

In neuerer Zeit sind dazu mehrfach Veröffentlichungen von Giessereianlagen erschienen, besonders von solchen, welche Specialzwecken, z. B. dem Röhrenguss, dienten. Nach denselben, wie nach eigenen Erfahrungen sind die dem Werke beigegebenen Grundrisse und Pläne, Taf. XXXV, XXXVI, XXXVII, entworfen und durchconstruirt, auf welche hier hingewiesen wird, ebenso auf die in den Tafeln I, II, VII, VIII dargestellten Dach- und Bühnenconstructionen.

Hinsichtlich der Platzfrage oder Wahl der Oertlichkeit wurden früher die nachstehenden Anforderungen erhoben, wobei vollständig von dem Falle abgesehen wurde, in welchem eine Eisengiesserei in ein schon bestehendes Fabriklokal gelegt werden muss:

a) Der Bezug von Roheisen und von Brennstoffen muss nicht zu schwierig sein; es ist erforderlich, dass entweder in nächster Nähe oder vermittelt durch Eisenbahn- und andere geeignete Verkehrsverbindung die Production von Giessereiroheisen und von Brennstoffen stattfindet.

b) Der Absatz der Producte muss in der bequemsten Weise geschehen können, und es muss am Orte selbst eine ausreichende Nachfrage an Gusswaaren existiren, um die ganze Anlage oder doch einen Theil derselben ausreichend beschäftigen zu können.

c) Der Zugang zu dem Fabrikgrundstücke muss bequem sein und besonders das Lastfuhrwerk nicht behindern; bei bedeutenden Anlagen ist ein Bahnanschluss an die nächste nach den Eisen- und Kohlenbezirken führende Linie aufzusuchen und wenn möglich so zu gestalten, dass die Waggons der Bahnverwaltung beim Passiren des Werkes in einer Richtung bleiben. Wegen der Ladevorschriften ist der auf das Werksterrain führende Strang in Material- und Productengeleise mittelst Weichenanlagen zu zerlegen.

d) Die Beschaffenheit des Grund und Bodens muss in Bezug auf Feuchtigkeit möglichst genau untersucht werden, da ein morastiger, selbst ein fetter humöser Boden kostspielige Anlagen sowohl zur Sicherung der Bauconstructionen, als auch zur Isolirung der Ofenfundamente, der Herdformereisohle u. s. w. verlangt, die namentlich eine bedeutende Erdbewegung einschliessen.

Die Aufsuchung des gewöhnlichen Formsandes, der weder durch hohe Gewinnungs- noch durch Transportkosten vertheuert werden darf, giebt Veranlassung, auch den Grund der sonst günstig gelegenen Terrains zu untersuchen. Man wird, wenn überhaupt in der Gegend Formsande häufig auftreten, die Möglichkeit nicht ausser Acht lassen, auf eigenem Fabrikgrunde Sand gewinnen zu können.

e) Im Interesse der Arbeiter und des Werkes ist weiter zu erwägen, ob die eventuell zu beschäftigende Anzahl Arbeiter in der Nähe der Fabrik Wohnung und Unterhalt finden. In grösseren Städten sind Wohnungen zwar theuer, aber doch fast immer zu haben, während auf offenem Lande, selbst in der Nähe der Städte, daran zu denken ist, wie man die Arbeiter unterbringt. Bedeutende Anlagen erfordern unter Umständen umfängliche Grunderwerbungen und Bauten zur Aufnahme der sämmtlichen ständigen Arbeiter und der besseren Zuzügler.

Weitere allgemeine Anforderungen können nicht namhaft gemacht werden, wogegen zu bemerken ist, dass auch bestimmte Antheilnahme, persönliche Verbindungen und einzelne örtliche Eigenthümlichkeiten haushälterischer und kaufmännischer Art in den meisten Fällen von Giessereianlagen wirksam werden können.

Unter den einzelnen Theilen einer Anlage muss eine bestimmte räumliche Beziehung oder Verbindung stattfinden, die eine dem Fabrikationsgange möglichst angepasste Anordnung der Bauten, Verkehrswege und Hofräume bedingt.

Der Gang des Betriebes erfordert, wie bei allen Hüttenwerken oder Fabriken zusammengesetzterer Art, eine gewisse Reihenfolge der verschiedenen Werkstätten, die jede unnöthige Bewegung von Material innerhalb des Productionskreislaufes vermeidet.

Die Oefen zum Umschmelzen des Roheisens bilden, die eine Grenze des Formereibetriebes, jenseits welcher die Aufgabebühne, die Aufzüge und Gebläse nebst Motor sich befinden, an welchen Letzteren sich nach aussen hin die Bearbeitungswerkstätten eventuell anschliessen können.

Die Giesserei selbst muss so angeordnet werden, dass die Räume ziemlich symmetrisch zu den Oefen sich stellen und dass die Entfernungen der Oefen zu den einzelnen Arbeitsplätzen nicht zu grosse Unterschiede aufweisen. Bei oblongem Grundrisse der Hütte kommen die Oefen am Besten in die Mitte der einen Langseite (siehe Taf. XXXV, XXXVI), und nur bei ausgedehnter Fabrikation bestimmter leichterer Artikel, z. B. Poterie und kleinerer Röhren, kann man die Oefen an eine diagonale Seite stellen.

Für regelmässig und stets in gleichem Verlaufe arbeitende, dazu mit ausreichenden Transportvorrichtungen mechanischer Art ausgerüstete und ohne letztere nicht gut denkbare Betriebe, wie z. B. die modernen Röhrengiessereien, kommt es nicht darauf an, ob die Giessstätten ungefähr gleichweit von den Schmelzöfen liegen. Die bereits Seite 503 u. ff. erörterte Anordnung einer solchen Anlage, Taf. XXVII, geht von dem Grundsatze aus, die Manipulationen in der richtigen Reihenfolge und so neben einander und zu einander zu stellen, dass ein nicht unterbrochener Kreislauf der Darstellung besteht.

Die Kernspindel, hier gewissermaassen das Kennzeichen des Herstellungsganges, wandert fertig auf der einen Langseite in den Giessraum, wird vom Krahn gehoben und in den feststehenden betreffenden Formkasten gesenkt, nach dem Guss herausgezogen, eventuell mit dem Rohr und wie dieses auf der anderen Langseite heruntergelassen, nach den (rechts befindlichen) Drehbänken gebracht und nach erfolgtem Bewickeln und Belegen abgedreht, getrocknet und geschwärzt, um an der anderen Langseite denselben Weg wieder zu beschreiben.

Das flüssige Eisen gelangt auf derselben Langseite auf den Giessboden und das erstarrte Rohr mit der Kernspindel auf der entgegengesetzten Seite herunter, um dann nach den Putz- und Polirräumen zu gelangen.

Beide Wege kreuzen oder vereinigen sich in der giessbereiten Form, um sich wieder zu trennen und unabhängig weiter zu führen.

In gleich passender Verbindung mit der Giesserei müssen auch sonst die Putzhallen stehen, an denen sich ein Raum zum Abwägen und Notiren der Gewichte befindet, von dem aus man entweder in die Magazine oder in die Bearbeitungsräume gelangt. Dieselben, wie die Räume zur Zusammenstellung und Verzierung liegen am Besten um einen Hof herum, der sich zwischen der Giesserei einerseits und dem Magazin nebst Verwaltungsgebäude andererseits befindet. Dieser Platz kann als Roheisenlagerplatz, sowie als Stapelplatz für Formkasten und Armaturen benutzt werden, ist aber mit schmalspurigen Schienenanlagen derart zu durchschneiden, dass aus der Giesshalle beliebig nach jeder der Bearbeitungswerkstätten und auch zwischen den letzteren bequemste Transportverbindung hergestellt ist.

In welcher Weise Geleisanlagen in und an der Giesserei selbst anzuordnen sind, zeigen die Tafeln XXXV, XXXVI für mittlere Verhältnisse.

Auf der Rückseite der Anlage oder neben der Giesshalle kann das Atelier für die Vorbereitung des Formmateriales, verbunden mit einer Ziegelei für die Lehmformerei, belegen sein, versehen mit einer Triebkraft für die Thonschneider und die Mühlen; während auf der Seite des Magazins in Verbindung mit den Bureaux die Ateliers für Modellentwerfen und Modellanfertigung liegen können.

Für den Brennstoff sind besondere, unter erhöhten Schienenanlagen befindliche Sturzmagazine anzulegen, ebenso für Formmaterial und Kalk.

Gewöhnliche oder rohe, vorzubereitende Formmaterialien, rohe Emaillirmaterialien, kann man auch im Freien liegen lassen, und es sind vielleicht nur ähnliche Einrichtungen zu treffen, wie bei den Erzplätzen, deren Sohle sauber gepflastert wird, um die Arbeit möglichst glatt und ohne Rückstand von Statten gehen zu lassen.

Ueber die bauliche Ausführung der Giessereianlagen lässt sich im Allgemeinen sagen, dass sie feste Bauart mit grösster Helligkeit vereinen müssen.

Die feste Bauart bezieht sich namentlich auf die Construction des Dachstuhles, in welchem die Krahne festgelagert sein müssen; wo Laufkrahne angewandt werden, liegt der Schwerpunkt in der Construction der Wände des Ateliers oder in der Anlage von Säulenreihen, welche alsdann eine Verbindung durch Träger erhalten und mit Sheds überdeckt werden.

Leichte Dachconstructionen lassen sich bei Giessereien schon aus dem Grunde nicht anwenden, weil die Dachräume hoch und weit sein müssen, um die Dampf- und Rauchmassen, die sich beim Gusse und beim Auseinandernehmen der Formen bilden, möglichst aus dem Bereiche der Arbeiter treten zu lassen. Zudem ist wegen der oft sehr bedeutenden Wärmeentwickelung ein niedrig gelegenes Dach äusserst lästig, und es ist vorerst noch abzuwarten, ob die neueren vielfach empfohlenen Shedconstructionen die Ventilation der Arbeitsräume so fördern, wie die hohen Dächer mit aufgesattelten Luft- und Lichtdächern. Die meisten der neueren Anlagen, besonders für umfassenden Betrieb, zeigen hohe und starke Dachconstructionen, welche das Austreten der entwickelten Dampfmassen begünstigen müssen.

Das Material der Dachstühle ist bei den älteren Bauten vorzugsweise Holz, bei neueren Holz und Eisen oder Eisen allein, dessen Anwendung besonders für sehr heisse Betriebe unstreitig den Vorzug hat. (Vergl. die Dachstuhlconstructionen über Siemens-Martinöfen Taf. VII, und VIII.) Holz wirkt wohl durch die grössere Masse insofern günstiger, als die durch Krahnbewegungen u. s. w. an einzelnen Stellen hervorgebrachten Erschütterungen sich nicht so leicht nach den nächsten Theilen und davon abhängigen Constructionen im Dachstuhl übertragen können. Dagegen ist das Holz schwer vor dem Einflusse der Hitze, der Dämpfe u. s. w. zu schützen und an manchen Orten auch zu hoch im Preise.

Für leichte Dächer, ohne Krahneinlagerung, ist Eisen unbedingt vorzuziehen; wo es sich aber um Krahneinbau handelt, ist es gerathen, die Befestigungstheile und Hülfsconstructionen für die oberen Lager in die starken Umfassungsmauern einzubauen und

sie unter einander so zu verbinden, dass sie ein möglichst starres, auf den Umfassungswänden an einzelnen Punkten aufliegendes Gitter bilden, das die erforderlichen Befestigungspunkte für Krahne u. s. w. bietet.

In Stahlwerken, deren Krahne, wie Taf. V ja zeigt, oben geführt werden müssen, hilft man sich oft durch wiederholte Einlagen von starken Trägern in den freien Raum unter den Dachstuhl, an welche alsdann gegebenen Falls alle möglichen Dinge angehängt werden können.

Besondere Fabrikationen, welche mit Brückenkrahnen und mit Winden auf fest gelagerten Brücken arbeiten, müssen demgemäss auch besondere Dispositionen der Wände und der Dachverbindungen erhalten. Sind die Wände bei solchen Anlagen mit grossen Oeffnungen versehen, so müssen die Zwischenpfeiler stark genug gemacht werden, um die Gebälkconstructionen allein zu tragen.

Die übrigen Theile der Giesserei sind besonderen Anforderungen weniger ausgesetzt. Die Werkstätten für Putzen, Schleifen und Bearbeiten werden ebenso eingerichtet wie Maschinenwerkstätten, nur die Putzerei kann in bretternen oder leicht gemauerten Räumen placirt werden, wo nur für genügende Auflagerung der Gusswaaren gesorgt zu werden braucht.

Das Putzen schwerer Stücke geschieht meist in der Hütte, im Bereiche der bei der Darstellung der Form betheiligt gewesenen Krahne, um das Wenden beim Putzen und später das Heben (und eventuell das Abwägen mit einer kolossalen römischen Waage) möglich zu machen.

Die Emaillirhütten, Vergoldungsanstalten u. s. w. sind bauconstructiv nicht verschieden von anderen Werkstätten.

Die Emailmühlen verlangen eine den Erschütterungen der mechanischen Vorrichtungen widerstehende Fundamentirung, die möglichst isolirt von den Hauswänden zu legen ist. Der Ofenraum muss gegen Feuersgefahr geschützt werden und einen steinernen oder metallenen Bodenbelag erhalten, ebenso der Schmelzraum für die Emailledarstellung selbst.

Wichtiger ist die Sorge für das Modellmagazin; es muss dieses ein möglichst feuersicheres, sehr helles und dabei starkes und geräumiges Gebäude sein und eine übersichtliche Lagerung der Modelle, ebenso wie eine leichte Orientirung und Auswahl gestatten.

Man baut diese Modellmagazine wohl oft im Anschlusse an die Tischlerei, in möglichster Entfernung der Schmelzhütten, und beleuchtet sie gern von der der Hütte abgewendeten Seite, um jede Feuersgefahr absolut abzuschneiden.

Um an Grundfläche zu sparen, errichtet man mehrere Etagen und bringt die Modelle von einer Etage nach der anderen mittelst einer Winde, die an einer Stelle innerhalb des Hauses am Dachstuhle befestigt ist und einen durch alle Etagen durchgehenden, mit Geländer eingegrenzten Schacht beherrscht, welcher direct hinter der Einfahrtsthür angelegt ist.

Ein Aufziehen an der Aussenseite, wie bei Lagerräumen und Waarenspeichern, ist nicht so praktisch, weil es dann in jeder Etage einer hinreichend grossen Thür bedarf, welche die Zahl der Oeffnungen noch vergrössern würde.

Die Ventilation wird an der der Hütte abgekehrten Seite bewirkt durch Oeffnung der Fenster in verschiedenen Etagen, oder besser noch durch eine aus dem Hofe einmündende Rösche unter der Sohle und schornsteinartigen, gedeckten Abzügen im Dache.

Hat man ausreichend Raum, so ist es besser, die Modelllager zu theilen und nur einstöckige Hallen anzuwenden; tritt Feuersgefahr ein, so sind diese Magazine leichter zu schützen, und im Falle des Brandes ist der Verlust geringer.

2. Abschnitt.

Von der Betriebsorganisation und der rechnerischen Betriebsführung der Giessereien.

Die Betriebsorganisation, d. h. die Summe der Verwaltungsmaassregeln zur Erleichterung der Betriebsführung, umfasst eine Reihe einzelner Maassnahmen, von denen nur die wichtigsten hier besprochen werden können.

Die ersten sind die Annahme und Vertheilung der Arbeiter, die Lohnfestsetzung und -Verabredung, sowie der Abschluss des Arbeitsvertrages. Damit stehen in Verbindung die zugelassene Benutzung oder der Genuss humanitärer Einrichtungen, Krankenkassen, Altersversorgungen, Unfallversicherungen u. s. w.

Weitere Verwaltungsmaassregeln sind: die Annahme und Vertheilung, die Controle und Abnahme der Bestellungen, die seitens des Publikums gemacht werden; daran schliessen sich die eventuell nöthigen Verhandlungen mit dem Publikum, die Voranschläge und Calculationen, die Aufstellung und Ausarbeitung der Preiscourante.

Eine dritte Gruppe von Arbeiten umfasst die Einzelnheiten der technischen Buchführung, eigentlich die Primanotiz und die daraus hervorgehende Controle des Betriebshaushaltes, Führung der Schmelzbücher, Anfertigung der Productionszusammenstellungen.

Die eigentliche kaufmännische Buchführung ist hier von geringerem Interesse, und es ist nur noch die Redaction der namentlich bei Staatswerken sehr in den Vordergrund tretenden Betriebs- und Verwaltungsberichte zu besprechen.

Mithin zerfällt diese zweite Hälfte der dritten Abtheilung dieses Buches in folgende Kapitel:

1) Betriebsorganisation, Annahme und Vertheilung der Arbeiter, Gedingeabschlüsse, Haushaltssätze, Prämien.
2) Bestellungsannahmen und Vertheilung; Controle der Ausführung und Abnahme der Bestellungen; Voranschläge; Preislisten und Preiscourante.

3) Technische Buchführung; Schmelzbücher; Arbeitsbücher und Lohnsrechnungen; Productionszusammenstellungen; Betriebs- und Verwaltungsberichte.

1. Kapitel.

Von der Betriebsorganisation, Annahme und Vertheilung der Arbeiter; von den Gedingen und Arbeitsverträgen; von den Haushaltssätzen und Prämien.

Der wichtigste Punkt der Betriebsorganisation ist vielleicht die Wahl und Annahme, sowie die Vertheilung der Arbeiter, vor Allem der zur Darstellung der Formen tüchtigen Leute, der eigentlichen Former. Besonders muss bei umfangreichem Betriebe darauf gesehen werden, dass eine richtige Vertheilung der Arbeitskräfte vorhanden sei, während bei kleinerem Betriebe die Sache sich weit einfacher gestaltet.

Manche Gusswaaren können von einem Arbeiter hergestellt werden, andere erfordern daneben noch die Hülfe eines Gehülfen oder doch Lehrjungen, schwere und umfängliche Stücke aber können nur durch Zusammenwirken einer gewissen Zahl von Leuten geformt und gegossen werden.

Wo der Umfang und die Ausbildung einer Fabrikation die Arbeitstheilung nöthig macht, ist die Vertheilung eine noch andere; die Betheiligung an der Arbeit und an dem Arbeitslohne ist keine gleichmässige, sondern es werden ausser den Hauptarbeitern für gewisse Elemente oder Handhabungen der Arbeit Hülfsarbeiter und ausserdem für rein mechanische Dienste eine veränderliche Anzahl Tagelöhner zu einer Gesellschaft (Kameradschaft, Compagnie, Rotte) vereint.

Es ist dies aber nicht die einzige Form der Gesellschaftsarbeit; auch wenn eine grössere Zahl sonst selbständig arbeitender Leute gleiche Artikel oder ähnliche Dinge fertigt, giebt man dieselben in eine Arbeiterkameradschaft zusammen, um dem Betriebschef die Aufsicht und die Arbeitsvertheilung zu erleichtern. Es muss natürlich diese Gruppirung der Arbeit dem Fabrikationsumfange entsprechen, darf weder zu gross noch zu klein sein und muss für Betrieb und Verwaltung wirkliche Vorzüge gegen eine Vereinzelung der Leute bieten.

Aus dem umseitig abgedruckten Bericht kann man am Besten die Gesichtspunkte bemessen, unter denen ein specieller Fall, die Reform eines veralteten Betriebes, in der besagten Hinsicht vorgenommen werden müsste. Es betrifft der Bericht einen wirklich eingetretenen Fall in einer deutschen Giesserei, und sind die angedeuteten Vortheile nach Befolgung der gegebenen Winke auch wirklich eingetreten.

Vorschläge, betreffend die Steigerung der Gusswaarenproduction auf der Königl. Eisengiesserei bei G tz bis auf 150000 Centner und die deshalb zu treffenden Aenderungen im Betriebe.

G tz, den 25. Mai 186 . .

Um mit den möglichst geringen Arbeitskräften und den jetzigen Betriebsvorrichtungen die Leistung willkürlich, im speciellen Falle auf das Dreifache der jetzigen Productionssumme zu steigern, ist es nothwendig, eine grössere Gewandtheit des einzelnen Arbeiters heranzuziehen.

Dies geschieht hauptsächlich durch Berücksichtigung nachstehender vier Punkte:

1) Richtige Theilung der Arbeit nach der individuellen Begabung; nach der Art der Arbeit, dem verschiedenen Geschicklichkeitsgrad, den ihre Natur bedingt; Trennung der groben Arbeiten von der eigentlichen Formerei.

2) Richtige Ausnutzung der vorhandenen Räume durch Benutzung aller irgend brauchbaren Plätze zur Arbeit; Disposition der Arbeitskameradschaften so, dass durch Hülfsarbeit möglichst wenig Zeit vergeudet wird.

3) Richtige Anfertigung und geordnete Aufbewahrung sämmtlicher Geräthschaften und Modelle in der Nähe der Werkstätten, in leicht zu übersehender und zu controlirender Weise.

4) Ausnutzung der vorhandenen und noch ferner zu beschaffenden Hauptbetriebsmaterialien in der Weise, dass die eigenthümlichen Eigenschaften derselben bei der Anwendung berücksichtigt werden, um ein günstiges Resultat zu erzielen.

Hierher gehört vor Allem:

Auswahl und genaue Sortirung des theils angekauften, theils als Haupt- und Nebenproduct des eigenen Werkes fallenden Roh-, Bruch- und Tümpeleisens nach dem Aussehen des Bruches. (Diese Auswahl wird dem Giessereibeamten nur durch Einverständniss mit der Hochofen- und der Materialienverwaltung ermöglicht.)

Was den ersten der oben genannten vier Punkte, die richtige Arbeitstheilung, anbetrifft, so ist es gerathen, der seit den letzten Jahren allmälig eingetretenen Zersplitterung gleichartiger Arbeiten zu allererst ein Ende zu machen. Die dadurch hervorgerufene Confusion und Unordnung in den gleichartigen Modellen, die erschwerte Aufsicht würden an und für sich das Ende dieses Uebelstandes wünschen lassen, wenn nicht auch die Leistungen, namentlich deren Steigerung, dadurch in ausserordentlich günstiger Weise beeinflusst würden.

Es giebt im Betriebe hiesigen Werkes eine namhafte Menge wiederkehrender Artikel, deren billige Herstellung durch die Concurrenzverhältnisse zur Lebensfrage geworden ist.

Diese, gerade die niedrigsten Preisklassen des Preiscourants füllenden Artikel sind nur dann billig zu fabriciren, wenn es gelingt, die Anfertigung derselben einer und derselben Kameradschaft von Arbeitern dergestalt einzuüben, dass selbst bei Herabsetzung der Arbeitslöhne der Einzelarbeiter immer noch das bessere Handwerkertagelohn verdient.

Es erscheint nothwendig, bei der Arbeitsvertheilung ein ganz bestimmtes Princip zu befolgen und jetzt, wo ein neues Arbeitsverhältniss eingeführt werden soll, die Kameradschaften hauptsächlich nach der zu fertigenden Arbeit abzutheilen.

Anstatt der jetzt arbeitenden 20 Kameradschaften werden nur so viele gebildet werden müssen, als es Arten der Arbeit giebt; und es würden sich, mit Rücksicht auf die vorhandenen Räumlichkeiten, folgende Dispositionen wohl am Geeignetsten erweisen.

In der Topfhütte[1]):

Erste Kameradschaft. Sämmtliche Poterie, Oefen und unverzierte Heizthüren.

Zweite Kameradschaft. Kunstguss, sämmtliche Gitter und Grabkreuze, Gartenmöbel, verzierte Heizthüren.

In der Hochofenhütte:

Dritte Kameradschaft. Plattenguss; theils auf dem Herde, theils im Kasten, Ring-, Falz- und Rippenplatten.

Dazu alle Arten Herdguss.

1) Die hier angezogene sehr alte Giesserei arbeitete mit vier getrennten Gebäuden, denen in der Neuzeit noch ein fünftes zur Röhrenfabrikation hinzugefügt wurde.

Vierte Kameradschaft. Maschinenguss, Zahnräder, Schwungräder, Wellen u. s. w., meist für den Bedarf der Maschinenwerkstatt arbeitend.

Fünfte Kameradschaft. Röhren- und Hohlguss, Gas- und Wasserleitungen, Kesselarmaturtheile, kleinere Dampf- und Pumpencylinder.

In der Flammofenhütte:

Sechste Kameradschaft. Masseguss; schwere Röhren- und Maschinentheile; Säulen, Balken u. s. w., sowie der gesammte Walzenguss.

In dem Lehmformhause:

Siebente Kameradschaft. Lehmguss; alle Gegenstände umfassend, deren Herstellung ohne Modelle billiger ist.

Die Vertheilung der einzelnen Personen der jetzigen Kameradschaften in die späteren richtet sich nach der Fähigkeit derselben, und die untauglichen Elemente, soweit es durchaus unmöglich wird, dieselben auf nutzbringende Weise zu beschäftigen, sollten zum Bedarf der vier Werkstätten als Hülfsarbeiter bei den Krahnen und bei dem Eisentragen im Tagelohn beschäftigt und Letzteres dem Lohne der Former zur Last geschrieben werden.

Das Beispiel der musterhaft eingerichteten B..... 'schen Giesserei zu Berlin kann hierin zur Nachahmung empfohlen werden.

Von den ständigen Arbeitern der Formerei sind nachweislich 22 Arbeiter, darunter 11 Formermeister, über 50 Jahre alt, und nur $^2/_3$ derselben noch ferner brauchbar.

Durch Ablegen, resp. Pensioniren derselben würde die neue Organisation eine wesentliche Erleichterung erfahren und zugleich ein grösseres Verdienst den jüngeren und tüchtigeren Arbeitern gegeben werden.

In Betreff des zweiten Punktes, der Raumvertheilung, so ist die vorstehende Theilung der Arbeit mit vollkommener Berücksichtigung der vorhandenen Räume und der darin enthaltenen Betriebsvorrichtungen geschehen.

Die Kameradschaften sind so anzulegen, dass die ein gleichartiges Material erfordernde Arbeit vor demselben Ofen gegossen werden kann.

Poterie und aller Guss, bei dem äussere Vollendung und Schönheit vorzugsweise wünschenswerth sind, verträgt einen stärkeren Zusatz verschiedenartigen alten Eisens, als die einer weiteren Bearbeitung unterliegenden Maschinentheile; es erscheint gerechtfertigt, die hier noch immer bedeutende Fabrikation von Poterie, Oefen, Gittern, Verzierungen in einen und denselben Raum zu bringen. Ebenso bedarf es keiner weiteren Auseinandersetzung, warum der Platten- und der Herdguss in die Hochofenhütte verlegt werden soll. Wenn die Versuche gelingen, bei achtstündigen[1]) Abstichen, das direct aus dem Hochofen kommende Eisen zur Giesserei zu benutzen, so dürfte es namentlich von Vortheil sein, die schwachen Herdplatten, die Falz- und die Kochherdplatten, die Rosttheile und Ofenunterlagen daraus zu fertigen. Die dritte Kameradschaft soll deshalb ihren Platz vor und an den Seiten der Abstichfelder erhalten.

Auch der Maschinenguss und die Röhrenformerei gestatten, namentlich bei schweren Stücken, eine Anwendung des Hochofeneisens und sind deshalb jede an ein Ende der Hochofenhütte angelegt.

Die in die Flammofen- und Lehmformhütte gelegten Kameradschaften sind dieselben, die bereits jetzt diese Plätze inne haben und sind an die dort vorhandenen geräumigen Darrkammern, Dammgruben und Flammöfen gebunden.

Es ist möglich, in der Flammofenhütte ein Stück von 200—350 Centner zu giessen; in dem Lehmformhause ist ungefähr die gleiche Zahl als Grenze der Production sämmtlicher Oefen anzunehmen.

Den dritten Punkt, Verbesserung und Aufbewahrung des hauptsächlichen beweglichen Inventars betreffend, ist besonders die Beschaffung neuer Falzplattenmodelle von $^3/_{16}$—$^3/_8$ Zoll Stärke aus gehämmertem Kesselblech dringend anzuempfehlen; ebenso müssen die sämmtlichen Poterie-, Ofen- und auch die Gittermodelle einer sorgfältigen Revision unterworfen werden. Die Kochplatten- und Thürmodelle sind, was Maasse und Stärken anbetrifft, bereits revidirt und dürften die noch gemachten Ausstellungen mehr oder minder den Arbeitern zur Last gelegt werden.

Durch hinreichende Unterstützung von Seiten des Gusswaarenabnehmers wird es gelingen, diesem Uebelstande abzuhelfen.

Gleichzeitig ist auf gut gehaltene und zweckmässige Formkasten hinzuarbeiten, und kann bei der Inventarienrevision ein genaues Verzeichniss der vorhandenen noch brauchbaren Apparate angelegt werden und künftig als beste Aushülfe bei der Controle dienen.

1) Sonst stach man in 12stündigen Pausen ab.

Da die vorhandenen Formkasten alle durchweg zu schwer sind, so ist es gerathen, das Absetzen derselben und das Neubeschaffen allmälig anzuordnen, um die Ausgaben nicht zu sehr zu steigern.

Zu currenten Waaren ist das Inventar an Kasten vor der Hand noch ausreichend.

Es wird am Besten sein, jedem der Meister das der Kameradschaft zugewiesene Kasteninventar zur Benutzung in der Art zu übergeben, dass jeder für die Instandhaltung desselben mit seinem Lohne haftbar gemacht wird, resp. dass die erwachsenden Reparaturkosten von dem Lohne abgezogen und erst die Reste zur Vertheilung kommen.

Der vierte Punkt, Wahl der besten Materialien, soll hier weiter nicht berührt werden. Es ist lediglich hierbei nach dem Grundsatze zu handeln:

Es giebt für jede Gattung Eisen und Cokes, Formsand und Masse eine Verwendungsweise, bei welcher ausgezeichnete Fabrikate geliefert werden können, und diese eine Verwendungsweise zu suchen, ist die erste Pflicht jedes Betriebsbeamten.

Darauf basirend, soll auch auf dem hiesigen Werke vorgeschritten werden, wenn erst die Umgestaltung der Arbeitsverhältnisse dem Betriebsbeamten einen grösseren Einfluss auf die Einzelarbeit verschafft hat. D

Bei der eigentlichen Annahme der Former, nachdem durch eine Probearbeit und eine längere Probezeit die Tauglichkeit und das sonstige Betragen ausreichend festgestellt sind, kommt es besonders auf nachstehende Punkte an:

A) Den Arbeitsvertrag oder das Gedinge.

B) Die Verabredung besonderer Haushaltssätze bezüglich des Verbrauches verschiedener Hauptmaterialien.

A. Der Arbeitsvertrag oder das Gedinge.

Die Arbeitsverträge bei den Bergwerken, Hütten und Salinen nannte man in alter Zeit das Gedinge; es enthielt namentlich das Grundverhältniss von Arbeitgeber und Arbeitnehmer, die Verabredung über den in Geld oder Geldeswerth zahlbaren Lohn für die ausgeführte Arbeit. Das Gedinge wurde für einen bestimmten Zeitabschnitt, Quartal, Jahr u. s. w. abgeschlossen und musste vor Ablauf des Jahres erneuert werden, wobei, besonders in früherer Zeit und auf vereinzelten Werksanlagen, allerhand patriarchalische Auslegungen und missbräuchliche Behandlungen des freien Arbeitsverhältnisses mit unterliefen.

Allerdings war diese Behandlung, verbunden mit einer gewissen Sorge für das Unterkommen und das Ansiedeln der Arbeiter, hervorgegangen aus dem Wunsche, eine wenig wechselnde Arbeiterbevölkerung zu erhalten.

Das Vermischen des Gedingewesens mit sonstigen socialen und polizeilichen Wünschen, was unter ein absolutes Regime passte, ist aber heute nicht mehr zulässig, und es hat der Arbeitsvertrag nichts über derartige Dinge zu enthalten. Nur während der Arbeit und innerhalb der Hütte sind an das Benehmen des Arbeiters im Gedinge bestimmte Anforderungen zu stellen.

Hauptsache ist die Bestimmung der Lohnsätze, in einer besonderen Tabelle zusammengestellt nach den Erfahrungen der letzten Jahre, und die Verabredung über die einerseits von der Werksverwaltung, andererseits von dem Arbeiter zu leistenden Materialaufwände bei der Arbeit, sowie über die Beschaffung der kleineren Geräthe.

Demnächst sind die Zahlungsbedingungen, eventuell Vertheilungssätze zu reguliren und die Verantwortlichkeit für Ersatz fehlerhafter Producte (auch nachdem sie bereits einige Bearbeitung erfahren haben) festzusetzen.

Im Gedinge sind entweder die Namen der einzelnen Leute namhaft zu machen und ihre Antheile an dem gemeinschaftlich verdienten Lohne, oder es sind nur die Chefs der einzelnen Arbeiterbatterien anzuführen und das Verhältniss, in welchem sie zu den Leuten stehen.

Das letztere Verfahren ist besonders anwendbar, wenn es sich um selbständige Gedingenehmer handelt, d. h. wenn die Meister ohne weitere Controle seitens der Werksdirection ihre Leute lohnen und anstellen. Indessen lässt es sich auch ausführen, wenn jeder Einzelarbeiter im speciellen Lohne der Hütte steht und nur einen gewissen Antheil seines Lohnes abgiebt, um den blos beaufsichtigenden Meister, der nicht selbst productiv zu arbeiten Zeit hat, zu unterhalten.

Um diesen Abzug am Lohne des Einzelnen nicht zu onerös zu machen, muss man einerseits sich wohl hüten, den Meister viel besser zu stellen als die besseren seiner Leute sich durch angestrengte Thätigkeit stellen, und andererseits eine möglichst grosse Zahl von Arbeitern unter einem Meister vereinigen.

Kann man dabei gleichzeitig das technische Interesse soweit wahren, dass nur gleichartige Arbeit in einer solchen Gesellschaft ausgeführt wird, so ist das gut; bei kleinen Werken mit trotzdem vielseitigem Programm beschränkt man die Zahl der Compagnien möglichst, indem man ähnliche Arbeiten vereint.

Die Arbeitsverträge oder Gedinge, die in einer Giesserei abzuschliessen sind, beziehen sich zunächst auf die Formerarbeit, dann die Putzerei und Schleiferei, die Werkstätten für Bearbeitung und Schmiedearbeit, die für Zusammensetzung und Verzierung. Ausserdem aber ist ein besonderes Gedinge anzuschliessen mit dem an den Oefen arbeitenden Schmelzerpersonal.

Von all diesen Gedingen sind nur die Schmelzer- und Formergedinge von technischer Wichtigkeit. Die anderen sind meist Tagelohn- oder Stückgedinge, bei denen bestimmte Sätze von vornherein schwer festzusetzen sind, bei denen man also vorzieht, unter einem fixirten Aufseher, d. h. einem mit festem Gehalt, aber auf Kündigung arbeitenden Unterbeamten, die betreffenden Leute im Allgemeinen im Wege des Tagelohnes zu bezahlen, sich aber vorbehält, im Einzelfalle zur Beschleunigung der Arbeit (und demnächstigen Ermässigung des Lohnes) einen besonderen Akkord zu machen. In welcher Weise solche Bearbeitungen zu taxiren sind, darüber gaben Werke wie das Buch von v. Reiche: „Die Maschinenfabrikation", Leipzig, Arthur Felix 1869, schon früher genügende Belehrung.

Im Bezug auf Beschläge an Formkasten u. s. w. und andere Schmiede- und Schlosserarbeit, welche in directer Beziehung zu den Producten der Giesserei steht, wird auf dasselbe Werk und ähnliche Zusammenstellungen verwiesen, wo die Taxen für Schmiede- und Schlosserarbeiten an bestellten Guss- und Schmiedewaaren und für die Arbeiten des Hüttenschmieds mitgetheilt sind.

Derartige Dinge bedürfen jedenfalls eines jeweiligen besonderen Abkommens unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse.

Was die Gedinge für Anstrich, Verzierung, Vergolden u. s. w. anbetrifft, so ist dasselbe unbedingt nur auf Tagelohn und fixirtes Gehalt des Aufsehers abzuschliessen, da nur wenig Gusswaaren hinreichend oft diese Bearbeitung passiren, um ein Stück- oder gar Gewichtsgedinge zu ermöglichen. Nur Gitterfluchten, Grabkreuze, Röhren und Poterie geben zu einer Massenarbeit Veranlassung, und hier ist dann ein einfacher Satz pro Centner, Stück oder laufenden Meter, je nach dem Verkaufspreisansatze der fertigen Waare, genügend, die zweckmässigste Bezahlung zu normiren. Wie hoch dieser Satz gegriffen werden muss, richtet sich — wie weiter gezeigt werden soll — nach der Tagesleistung und dem Tageslohne der Gegend, dem sichersten Messer des Arbeitswerthes und des Existenzbedürfnisses.

Die Festsetzung des Lohnes bildet die Grundlage der Arbeitsverträge. Denn nur, wenn die Arbeiter mit dem gebotenen, der Fabrikant mit dem geforderten Satze einverstanden, kann von einem Gedingeverhältnisse die Rede sein.

Die Höhe der Löhne kann man am Besten fixiren nach dem in jeder Gegend ziemlich feststehenden Tagelohne unter Berücksichtigung der Tagesleistung und des Aufwandes an Geschicklichkeit, der zu den verschiedenen Arbeiten erforderlich ist.

Der Tageslohn, der sicherste Messer des niedrigsten Arbeitswerthes, leitet sich ab aus dem localen Existenzbedürfnisse des gemeinen Mannes, das sich steigert, nicht allein mit dem Preise der Lebensmittel, des Unterkommens und sonstiger Bedürfnisse, sondern auch mit dem Bildungsgrade und den wachsenden Ansprüchen an einen mehr oder minder berechtigten Luxus.

Der allgemeine Ausdruck für den Tageslohn $= T$ angenommen und die Tagesleistung per Einheit (Zahl-, Gewichts-, Längen-, Flächen- oder Masseneinheit) $= S$ bezeichnet, ergiebt sich für die erste Feststellung eines Akkordlohnes

$$A = \frac{T}{S},$$

oder wenn zur Darstellung einer jener Einheiten Arbeit n Tage nothwendig waren:

$$A = \frac{nT}{S}.$$

Es bezieht sich diese Formel natürlich nur auf Arbeiten, welche keine besonders erlernte Geschicklichkeit erfordern, sondern zu denen man jeden frisch angeworbenen Tagelöhner ohne weiteren Verzug hinstellen kann. Für vorgeschrittene Leistungen, zu denen z. B. die Leistungen der Formerei im Allgemeinen gehören, ist der Tageslohn von vornherein höher anzuschlagen. Die obige Formel wird dann:

$$A = \frac{nT\,(1 + a)}{S}.$$

Das Wachsthum a ist nicht absolut festzustellen, darf aber wohl 1 nie überschreiten, da wohl selten noch die Tageseinnahme der besseren Giessereiarbeiter doppelt so gross als das landesübliche Tageslohn ist.

Der richtige Weg zur Ermittelung von a würde sein, an der Hand einer noch wenig cultivirten Fabrikationsstatistik zu untersuchen, wieviel Procent der zu einer bestimmten Arbeiterclasse tretenden Leute es in der bezüglichen Arbeit zu einer **genügenden** Geschicklichkeit bringen.

Die Formel modificirt sich dann zu folgendem Ausdrucke:

$$A = \frac{nT\left(1 + \frac{x}{100}\right)}{S}.$$

Die Erfahrung hat nach und nach zu einer ziemlich genauen Abwägung der Löhne für die verschiedenen Arbeiten geführt, ohne dass in den verschiedenen Gegenden die Löhne für dieselben Leistungen absolut gleich zu sein brauchen. Es machen sich eben in dieser Hinsicht die schon erwähnten localen und anderen Einflüsse geltend.

Die grösste Verschiedenheit bieten die Formerlöhne, weil die Gestalt und die Grösse der aus Gusseisen darstellbaren Dinge ausserordentlich variable sind.

Deshalb sind die alphabetisch nach den Objecten geordneten Tabellen der Formerlöhne ziemlich umfänglich, obwohl man sich vielfach dadurch zu helfen sucht, dass man eine durch Buchstaben bezeichnete Classification der Gusswaaren nach den Kaufpreisen als Skalengrundlage für die Formerlöhne benutzt.

Es ist aber doch besser, die Verwaltung gleich von vornherein so einzurichten, dass die Kaufpreise und die Formerlöhne von einander vollkommen unabhängig sind und dass beide nach beliebigem Intervall verändert, gesteigert oder gemindert werden können. Die Durchschnittssätze waren vor 30 Jahren in Oberschlesien[1]) ungefähr folgende:

	per 1000 kg Mark
Herdguss, grober	2,00— 4,00
„ feinerer	4,00—10,00
Kastenguss, Platten und Roste	15,00—20,00
Ofenthüren und Oefen	40,00—60,00
Poterie	60,00—80,00
Bauguss	30,00—60,00
Gitter, Möbel, Grabkreuze	30,00—60,00
Röhren	20,00—40,00
Beleuchtungssachen	40,00—60,00
Maschinenguss, grob	15,00—25,00
„ mittel	20,00—30,00
„ fein	30,00—60,00
Hohlguss	30,00—40,00
Masseguss	20,00—40,00
Lehmguss, sehr schwer und einfach	20,00—40,00
„ mittelschwerer	40,00—60,00
„ feiner	60,00—80,00

1) Nach den Angaben von Messerschmitt u. A. haben sich diese Sätze nur unwesentlich geändert, theils nach oben, theils nach unten hin.

In der folgenden Zusammenstellung sind die auf die Tonne umgerechneten Löhne einer mitteldeutschen Giesserei zusammengestellt, welche vermuthlich sich seitdem nur wenig geändert haben dürften. Es hat ja die Mittheilung solcher Lohnverhältnisse eigentlich nur hinsichtlich des gegenseitigen Verhältnisses der Lohnsätze einigen Werth, im Uebrigen muss man für jede Oertlichkeit mit einem gewissen Coefficienten multipliciren, der aus dem Tagelöhnerstand an beiden Orten abzuleiten ist (siehe S. 606).

	pro Centner Pfennige	pro Tonne Mark
Ambosse	10,0	20
Ankerplatten	7,5	15
Backofenbüchsen . . .	30,0	60
Bügeleisen	14,0	28
Balconträger	30,0	60
Brückenschuhe . . .	10,0	20
Bohreicheln	18,0	36
Candelabersäulen . . .	30,0	60
Centrifugalpumpen . .	18,0	36
Dachfenster	30,0	60
Einlegplatten, schwache	12,0	24
Essendeckplatte . . .	14,0	28
Essenschieber	60,0	120
Essenthüren	60,0	120
Fenster, grosser Kastenguss	15,0	30
Fenster, grosser Herdguss	4,0	8
Fundamentplatten, gross	10,0	20
Füllöfen, durchschnittl.	25,0	50
Feuerthüren	60,0	120
Gewichte	14,0	28
Grabplatten	30,0	60
Geländertheile . . .	25,0—30,0	50—60
Gartenbänke	25,0	50
Geländerspitzen . . .	30,0	60
Grabkreuz mit Schrift .	40,0	80
Gasröhren, gerade . .	12,0	24
„ Façonstücke	18,0	36
„ Flanschen .	18,0	36
Herdguss, allgemein .	2,5	5
„ mit Löchern u. Rippen .	4,0	8
Hemmschuh	12,0	24
Hähne und Hahngehäuse	18,0	36
Hohlguss, allgemein .	18,0	36
Kastenguss, grober, schwerer	7,5	15
Kochmaschinen, leicht .	15,0	30
„ schwerer	12,0	24
Krummzapfen	14,0	28
Kochöfen	25,0	50
Kuhtröge	22,5	45
Laternen	50,0	100
Laternenarme	25,0	50
Lager mit Deckel . .	16,0	32
Lagerschalen	18,0	36
Lehmguss, allgemein .	40,0	80

	pro Centner Pfennige	pro Tonne Mark
Maschinenguss, grob, schwer	7,5	15
Maschinenguss, gut, schwer	10,0	20
Maschinenguss, mittel (bis 5 Ctr.)	14,0	28
Maschinenguss, ganz fein	25,0—30,0	50—60
Mörser	18,0	36
Ofenguss, allgemein .	25,0	50
„ decorirte leichte Oefen .	30,0	60
„ einzelne Theile	20,0	40
Pfannen zu Oefen . .	25,0	50
Pochstempel	10,0	20
Pumpentheile	18,0	36
Pferdekrippen	37,5	70
Pochsohlen	10,0	20
Pflugtheile	18,0	36
Roste und Roststäbe .	7,5	15
Rosetten	60,0	120
Retorten	18,0	36
Randkessel	30,0	60
Röhren, stehend gegossen	90,0	18
Rollen	14,0	28
Säulen, glatt, bis 3 Ctr.	16,0	32
„ „ über 4 „	14,0	28
„ decorirt . . .	25,0	50
Schmiedeformen . . .	16,0	32
Schwungräder zu Häckselmaschinen . . .	16,0	32
Stopfbüchsen	18,0	36
Thürfüllungen	30,0	60
Thürendrücker . . .	80,0	160
Wagenbüchsen . . .	30,0	60
Wirthschaftsöfen, grosse	25,0	50
Wellzapfen	14,0	28
Wendeltreppentheile .	30,0	60
Zahnräder, gross, schwer	12,0	24
„ mittel, Stirnräder . . .	14,0	28
„ kleine Rädchen . . .	30,0	60
„ mit Kernen zu Holzzähnen . . .	18,0	36
Zahnstangen . . .	14,0	28
Geschirr, Töpfe u. s. w.	36,0	72

Weitere Listen findet man in dem Werke von Messerschmidt a. A. Auch Guettier macht Mittheilungen darüber. Für Stückrechnungen hatte man früher ebenfalls besondere Lohnlisten, die hinsichtlich der Verrechnung nicht unbequem waren, deren Werthe aber doch schliesslich in Gewichte umzurechnen waren, wenn die Selbstkosten des Gusses ermittelt werden sollten.

Die eigentlichen Arbeitsverträge, die auf Grund der Lohnliste abgeschlossen werden, enthalten im Wesentlichen die nachfolgend aufgeführten disciplinarischen und technischen Vorschriften.

1) Die aufgegebenen Arbeiten sind in der Reihenfolge der Aufgabe auszuführen, falls nichts Besonderes bei der Aufgabe seitens des Betriebsführers bemerkt wird. Die Anfertigung ist möglichst zu beschleunigen und durch richtige Disposition und Vertheilung der verschiedenen Arbeiten eine möglichst angespannte Leistungsfähigkeit herbeizuführen. Bei grösseren Terminaufträgen muss der Former einen Theil der Conventionalstrafe übernehmen, wenn er mehr Zeit gebraucht, als er bei der Aufgabe selbst beanspruchte.

2) Die technische Methode der Darstellung ist dem Arbeiter resp. Meister überlassen, wobei jedoch auch vom Betriebsführer, eventuell nach den Wünschen der Besteller, der Weg der Fabrikation kurzweg von vornherein bezeichnet werden kann.

3) Die Controle der guten Ausführung wird nicht allein im Bereiche der Giesserei zu üben sein, sondern der Arbeiter ist auch für die im weiteren Verlaufe der Bearbeitung an der Gusswaare ermittelten Fehler verantwortlich zu machen, und sowohl durch Schadenersatz, als auch (bei bewusstem Verbergen und Ausflicken der Schäden) durch Disciplinarmittel zu bestrafen.

4) Für die in besonderer Tabelle zusammengestellten Lohnsätze liefert der Arbeiter ausser der Arbeitsleistung noch verschiedene bei der Arbeit gebrauchte Materialien und Geräthe, deren Beschaffung indessen der Aufsicht des Betriebschefs unterliegt.[1])

5) Der Modus der Lohnberechnung wird für die bei verschiedenen Arbeiten beschäftigten Leute verschieden sein und ist genau vorzuschreiben. Ebenso ist die Reclamation gegen die aufgestellte Löhnung zu gehöriger Zeit anzubringen, andererseits jede bei der Auszahlung geschehene Benachtheiligung eines Arbeiters durch seinen Meister streng zu bestrafen und eventuell als Unterschlagung gerichtlich zu ahnden.

6) Weitere, lediglich disciplinarische Bestimmungen sind anzuschliessen, wenn man nicht vorzieht, sie als besondere Arbeiterordnung zu publiciren und bei der Aufnahme die neuen Arbeiter von vornherein dazu zu verpflichten.

1) Kommen beim Betriebe, um den es sich handelt, Materialverluste regelmässig vor, deren Grösse veränderlich und zum Theil von der Befähigung, resp. der Aufmerksamkeit des Arbeiters abhängt, so setzt man einen Durchschnittsverlust fest uud prämiirt jede Ersparniss an Rohmaterial. (S. speciell weiter unten unter 2.)

Da es dem heute vielfach benutzten Unternehmerwesen in Fabriken und auch in Giessereien gegenüber von Interesse ist, altbewährte Vertragsvorbilder der gedachten Art bekannt zu erhalten, deren Ausführung stets die Erhaltung eines guten und gedeihlichen Verhältnisses zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer gewährleistet, folgen hier einige Gedingeverabredungen für Schmelzer und für Former ältester und neuerer Fassung.

Besondere Bedingungen, unter welchen der Schmelzermeister H..... bei der Königl. Eisengiesserei zu B..... für das Jahr 1859 gedungen worden ist, als Beilage zum Gedingeprotokolle vom 3. Oktober 1858.

1) Der Schmelzer H..... ist verpflichtet, die vom vorhergegangenen Schmelzen zurückgebliebenen Eingüsse und den Ausschuss am frühen Morgen jedes Tages zu reinigen, und sowohl diese als das vom Materialienmagazin zu entnehmende Roheisen aufzuräumen und, so wie solches in jedem der verschiedenen Schmelzöfen eingesetzt wird, zu notiren.

2) Derselbe hat die Steinkohlen und Cokes, sowie die Materialien, welche zum Verstreichen und Repariren bei den Oefen gebraucht werden, jeden Tag zu denselben zu schaffen und nur diejenigen Schmelzmaterialien als Steinkohlen, Cokes und Roheisen zu entnehmen, worüber er von dem Hüttenmeister N... jeden Morgen die Anweisung erhält, und den Verbrauch dieser Materialien für jeden Ofen besonders zu notiren.

3) Wenn an einem Tage mehrere Oefen im Gange sind, so haftet der H..... nicht allein für den Ofen, welchen er selbst bedient, sondern auch für alle übrigen, sowie für das ganze Geschäft des Schmelzens.

4) Der H..... hat nur gute und tüchtige Gehülfen anzunehmen und so wenig wie möglich mit denselben zu wechseln; weil es beim Schmelzen sehr darauf ankommt, erfahrene Hülfsarbeiter zu haben, wobei er sich jedoch nicht beikommen lassen darf, solche Arbeiter als Schmelzgehülfen anzunehmen, welche eines Vergehens halber hier auf dem Hüttenplatze oder sonst wo von dem Königl. Eisengiessereiamte entlassen worden sind, auch muss derselbe, wenn er einmal angenommene Gehülfen entlassen will, vorher dem Eisengiessereiamte Anzeige machen.

5) Er hat sämmtlichen Ofenbruch von den Oefen gehörig zu reinigen, abzuwiegen, das Gewicht desselben von jedem Ofen und von jeder Schicht einzeln zu notiren und dann auf einem schicklichen Platze, welcher ihm dazu angewiesen wird, aufzustellen; gleiche Ordnung muss mit den jeden Tag aufkommenden Cindern und dem Steinkohlengruss beobachtet werden, und werden solche gehörig notirt und dem Materialienmagazin des Morgens früh überliefert.

6) Ferner muss der H..... beim Fortschaffen schwerer Stücke zum Bohr- und Drehwerk, zur Schmiede, Schlosserei, zum Schleifwerk und Productenmagazin, sowie zum eigenen Bedarf mit seinen Nebenarbeitern Hülfe leisten, ohne dafür Bezahlung zu erhalten.

7) Der H..... muss, wenn das geschmolzene Eisen zum Vergiessen von Gusswaaren durch seine oder der Schmelzgehülfen Schuld nicht hinlänglich flüssig vorkommt oder nicht völlig heruntergeschmolzen ist, eine verhältnissmässige Strafe zahlen.

8) Der H..... erhält für jede 10 Ctr. gut geschmolzenen Eisens einundzwanzig Silbergroschen zehn Pfennige. Er macht sich jedoch verbindlich, wenn die Fabrikation in einem monatlichen Abschlusse von vier Wochen 1000 Ctr. und von fünf Wochen 1250 Ctr. und darüber beträgt mit 19 Sgr. 6 Pf., neunzehn Silbergroschen sechs Pfennige, pro 10 Ctr. zufrieden zu sein.

Uebrigens muss er sämmtliche Gehülfen aus eigenen Mitteln lohnen und das Abwiegen und Abmessen sämmtlicher Materialien zu den Flamm- und Cupolöfen mit seinen Gehülfen unentgeltlich besorgen und sich das nöthige Oel zum Geleuchte selbst halten.

9) Als einziger Gedingenehmer erhält der H..... ferner:

a) Die etatsmässigen 16 Thlr. 20 Sgr. für die Maurerarbeiten und kleinen Reparaturen an den Flamm-, Cupol- und Tiegelöfen. Grössere Arbeiten, als einen neuen Fuchs, ein Gewölbe im Flammofen, einen neuen Schacht im Cupolofen und einen ganzen Tigelofen zu mauern, woran er mit einem Gehülfen mehrere Tage hintereinander arbeitet, werden besonders bezahlt.

b) Das Gedingegeld: Zwei Thaler.
c) An Emolumenten: Drei Klafter Deputat-Torf.
d) Freie Wohnung auf dem Werke.

gez.: H
a. u. s.
gez.: J. Sch . . dt. gez.: N . th.

Besondere Bedingungen, unter welchen die Former bei der grossen und Kunstformerei der Königl. Eisengiesserei zu B für das Jahr 1859 gedungen worden sind, als Beilage zu dem Gedingeprotokolle vom 3. October 1858.

1) Verpflichten sich die Former, die Anfertigung sämmtlicher im Laufe der Gedingezeit bereits zum Abguss bestimmten oder noch zu bestellenden Gusswaaren zu besorgen, allen möglichen Fleiss darauf zu verwenden, damit die Gusswaaren gut und ganz so ausfallen, wie die vorhandenen Modelle, die gegebenen Zeichnungen und Beschreibungen es mit sich bringen und den Ausschuss möglichst zu verhüten.

2) Die Former sind gehalten, diejenigen und keine anderen als solche Gusswaaren zu bereiten, deren Anfertigung ihnen aufgegeben worden ist. Sie müssen also hierunter die Anweisungen des Betriebsofficianten und der Giessereiaufseher genau befolgen, jede Bestellung so schleunig wie möglich erfüllen, und dürfen dabei von der ihnen vorgeschriebenen Ordnung, Zeit und Arbeitseintheilung nicht abweichen.

3) Damit alles Eisen, welches die Oefen, es seien Flamm-, Cupol- oder Tiegel-Ofen, liefern, zu Gusswaaren vergossen werde, müssen die Former, so viel an ihnen ist, dafür sorgen, dass immer eine zureichende Menge Formen vorhanden sind. Muss durch ihre Schuld Roheisen abgestochen werden, welches hätte zu Gusswaaren vergossen werden können, so wird man sie in Strafe nehmen.

4) Die Former sind schuldig, die Gusswaarenformen nach der Formart, welche der Betriebsbeamte bestimmt, in Lehm, Masse, Sand, in Kasten oder auf dem Herde u. s. w. anzufertigen, auch die Weisungen anzunehmen und zu befolgen, welche ihnen von dem Hüttenamte, dem Betriebsofficianten oder Giessereiaufseher hinsichtlich der Betreibung ihrer Arbeit gegeben werden Unterlassen sie solches, und die Gusswaare missräth, so werden sie ausser dem Verluste des Arbeitslohnes noch mit einer besonderen Strafe belegt.

5) In der von dem Hüttenamte gebilligten Verteilung der Formerbursche unter die Meister, Formereivorsteher, Kameradschaften, wie selbige Eingangs des Gedingeprotokolles angegeben ist, darf keine Veränderung willkürlich vorgenommen werden, sondern nur mit Genehmigung des Hüttenamtes, welchem letzteren aber frei steht, die den Umständen angemessenen Veränderungen im Laufe der Gedingezeit aus eigener Macht anzuordnen

6) Jeder im Werklohn stehende Former ist verbunden, seine Schicht zu halten, und wer sich nicht zu der von dem Hüttenamte oder dem Betriebsofficianten bestimmten Zeit in der Hütte einfindet, oder solche früher, als es ihm von demselben erlaubt ist, verlässt, soll in eine von dem Hüttenamte zu bestimmende Strafe zur Knappschaftscasse verfallen sein.

7) Da die Former das Putzen der Gusswaaren wiederum pro 1859 mit übernehmen, so sind sie verpflichtet, sämmtliche Gusswaaren für die in den vorliegenden Lohntabellen enthaltenen Lohnsätze rein zu putzen und erforderlichen Falles zu schleifen, so dass nicht allein der Sand, Lehm und Masse abgerieben, sondern auch alle Flächen rein und glatt und alle Ecken, Kanten und Vertiefungen scharf ab- und ausgerieben, die Eingüsse, Nähte und kleinen Erhöhungen abgemeisselt und von kleinen Gusswaaren erforderlichen Falles abgescliffen werden. Uebrigens machen sich die Former verbindlich bei grösseren Bestellungen, wenn sich die Gegenstände dazu eignen, wegen eines billigeren Formerlohnes als solches in ihren Gedingetabellen enthalten ist, sich mit dem Eisengiessereiamte zu vereinigen.

Die erforderlichen Geräthe zum Putzen der Gusswaaren schaffen sich die Former für ihre eigene Rechnung an und unterhalten sie.

Die Hülfsarbeiter, welche beim Putzen gebraucht werden, schaffen die Former an und lohnen sie, müssen aber, wenn sie solche annehmen oder ablohnen, jedesmal dem Eisengiessereiamte davon Anzeige machen. Unter keiner Bedingung aber dürfen sie solche Leute annehmen, welche wegen irgend eines Vergehens vom Werke entfernt worden sind. Desgleichen müssen sie stets gute und tüchtige Gehülfen nehmen und so wenig wie möglich mit denselben wechseln, weil es beim Putzen der Guss-

waaren sehr darauf ankommt, erfahrene Leute zu haben. Unter keinen Umständen dürfen weder die Former der grossen noch Kunstformerei ausserhalb des Werks putzen lassen. Eine Uebertretung dieser Vorschrift wird die sofortige Ablegung des schuldigen Theils zur Folge haben. Endlich müssen die Former die von ihnen angenommenen Hülfsarbeiter anhalten, dass sie sich in den Arbeitstagen zur bestimmten Zeit auf dem Werke einfinden, um dadurch zu vermeiden, dass sie gleichzeitig andere Arbeit ausserhalb des Werkes annehmen.

8) Für missrathene Gusswaaren, die Veranlassung zum Missrathen mag sein welche sie wolle, wird kein Lohn bezahlt. Es wird den Formern strenge untersagt, Risse, Gruben, Sacklöcher oder andere fehlerhafte Stellen an den Gusswaaren mit Blei auszugiessen, mit Kitt auszufüllen, zu verschmieren oder auf irgend eine Weise zu verstecken; vielmehr sind sie verpflichtet, den Betriebsbeamten bei der Besichtigung und Abnahme der Gusswaaren dergleichen Fehler anzuzeigen und ihn darauf aufmerksam zu machen.

9) Nachdem die Gusswaaren gehörig geputzt sind, haben die Former selbige an den dazu bestimmten Orten bis zur Abnahme ordentlich aufzustellen. Die Abnahme geschieht an gewissen von dem Hüttenamte festzusetzenden Tagen, oder wenn dasselbe es sonst für gut findet. Die Ablieferung der Gusswaaren an die Käufer muss jedesmal durch die Hände der Officianten gehen, und kein Former darf sich beikommen lassen, den etwa auf dem Werke anwesenden Käufern selbst Gusswaaren auszuhändigen, widrigenfalls er nicht nur für die Bezahlung derselben verhaftet bleibt, sondern noch ausserdem nachdrückliche Bestrafung zu gewärtigen hat, sollte er auch den Vorgang sogleich dem Betriebsofficianten angezeigt haben und kein Verdacht einer beabsichtigten Veruntreuung obwalten.

10) Bei der Abnahme werden die Gusswaaren auf das Genaueste untersucht werden, und die Stücke, welche sich nicht ganz vorschriftsmässig und völlig fehlerfrei angefertigt finden, sollen zerschlagen und zum Roheisen geworfen, mithin nicht bezahlt werden. Sollten aber dennoch fehlerhaft gegossene Stücke unentdeckt in das Magazin kommen, oder sollten die Fehler, sie mögen in Rissen, Sprüngen, Schaum, Sand- und Sacklöchern, oder in unrichtigen Formen und Dimensionen, oder auch in unverhältnissmässiger oder ungleicher Eisenstärke, oder worin es sonst sei, bestehen, erst beim Verkauf, bei der Versendung, bei der Bearbeitung im Schleifwerke, der Schmiede, der Schlosserei oder der Emaillirhütte entdeckt werden, so müssen die Former dergleichen fehlerhafte Stücke, nachdem solche in ihrer Gegenwart zerschlagen worden, bei dem nächsten Betriebe der Giesserei unentgeldlich in guter Beschaffenheit nachformen und abliefern.

Die Entscheidung, welche Gusswaaren als fehlerhaft zu erklären sind, steht dem Hüttenamte zu, und die Former müssen sich dessen Urtheil darüber unterwerfen.

Bei der gegossenen Munition entscheidet die revidirende Artilleriebehörde über die Beschaffenheit; nur für diejenige Munition, welche von derselben für gut anerkannt und angenommen ist, erhalten die Arbeiter, Former und Putzer Lohn; es wird ihnen daher ein verhältnissmässiger Theil des Lohnes für die abgegossene Munition bei deren Abnahme auf dem Werke inne behalten und erst nach beendigter Revision und Annahme der Munition durch die Artilleriebehörde darüber vollständige Abrechnung mit ihnen gehalten, wobei sie dann entweder das zu viel inne behaltene nachbezahlt erhalten oder das zu viel erhaltene Lohn zurückzahlen müssen.

11) Das Einbringen der Gusswaaren in die Magazine oder, der Anweisung des Betriebsbeamten gemäss, nach dem Schleifwerke, der Schmiede, der Schlosserei, der Emaillirhütte oder andere Werkstellen müssen die Former verrichten. Ebenso müssen sie beim Verladen derselben zur Absendung Hülfe leisten und die Gusswaaren sorgfältig verpacken, damit beim Transport nichts zu Bruche gehe. Für diese Arbeiten erhalten sie keine besondere Bezahlung, sondern selbige ist in dem Werklohne mit inbegriffen.

12) Das Werklohn wird nach der in der Anlage beigefügten von den Formern unterschriebenen Lohntaxe und der besonderen Verhandlung vom 1. August 1858, welche für die Gedingezeit in Kraft bleibt, bei monatlichen Auslohnungen für alle für gut anerkannten und angenommenen Gusswaaren bezahlt. Für Verzierungen und Maschinentheile wird den Formern $^1/_3$ des Verkaufspreises als Former- und Putzerlohn bezahlt. Wenn im Laufe der Gedingezeit andere Arten oder Stücke Gusswaaren von ihnen anzufertigen verlangt werden, wofür in der Lohntaxe noch kein Lohn bestimmt ist, so bleibt dessen Bestimmung nach billigem Ermessen dem Betriebsbeamten und, im Falle die Former damit nicht zufrieden sein zu können glauben, die

Entscheidung dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vorbehalten. Ausser dem Werklohn empfangen die Former an Gedingegeld für das ganze Jahr, und zwar: ein Jeder einzeln zwei Thaler, die eine Hälfte im Januar, die andere im Juli.

13) Für das Werklohn sind die Former auch verpflichtet, folgende Materialien und Geräthe zur Arbeit aus eigenen Mitteln anzuschaffen und zu unterhalten, als: Oel, Lampen, Dochte, Schaufeln, Siebe, Handfeger, Leinwand und sämmtliche zum Putzen nöthige Geräthschaften. Die Kunstformer erhalten die Feilen aus dem Materialienmagazin.

14) Die Vertheilung des Werklohnes wird für die Dauer der Gedingezeit pro 1859 bestimmt, wie dieselbe im Eingange des Gedinges angegeben ist.

Wenn aber im Laufe der Gedingezeit Former abgehen oder hinzukommen, oder eine andere Vertheilung des Formerlohnes nothwendig wird, so hat das Hüttenamt solche nach billigem Ermessen zu bestimmen.

15) Wird den Formern aufs Strengste untersagt, Gusswaaren zum eigenen Gebrauch anzufertigen, dergleichen heimlicher Weise in häuslichen Gebrauch zu nehmen oder wohl gar anderen Personen damit auszuhelfen. Bedürfen sie eines oder des anderen Stückes in der Haushaltung, so mögen sie sich an das Hüttenamt wenden, und wenn anders die Verabfolgung zulässig ist, wird sie aus den Vorräthen geschehen.

16) Für die Anlehrung der Lehrbursche zum Formen, wenn solche im gewöhnlichen Laufe der Arbeit geschieht, erhalten die Former keine Belohnung; sie sind aber nichtsdestoweniger verbunden, diese Subjecte nach und nach zu allen Arbeiten anzuführen, und ihnen ihre Handgriffe und Kenntnisse mitzutheilen.

17) Die Formerbursche sind schuldig, ihren Meistern und denen zu Vorstehern der Kameradschaften bestellten Personen im Dienst und während der Arbeit Folge zu leisten, sich nach ihren Anordnungen zu richten, und die Arbeit zu führen, wie es ihnen von diesen geboten wird. Alle Widersetzlichkeiten Seitens der Bursche werden strenge geahndet werden, wenn letzteren aber wirklich Ueberlast geschehen sollte, so haben sie sich bei dem Hüttenamte zu beschweren, welches ihnen Genugthuung verschaffen wird.

18) Wenn es nöthig befunden wird, Former während der Gedingezeit nach anderen Königl. Eisengiessereien zu verschicken, so müssen sie sich dazu unweigerlich bereit finden lassen und daselbst unter eben den Bedingungen arbeiten, welche durch dieses Gedinge festgesetzt sind.

19) An Emolumenten erhalten und benutzen die Arbeiter:

a) der Formermeister H. E t
freie Wohnnng und 3 Klafter Deputat-Torf,

b) der Former Fl cke I
freie Wohnung und 3 Klafter Deputat-Torf,

(Folgen noch fünf namentlich bezeichnete Arbeiter, welche sämmtlich ihre Wohnung in der kleinen Arbeitercolonie neben dem Werke hatten.)

20) Wenn es erforderlich werden sollte, Gusswaaren mit Steinkohlentheer abzubrennen, so erhalten die Former der grossen Hütte dafür pro Centner 1 Sgr. $10^1/_2$ Pf.

21) Das für jeden Former ermittelte Lohn erhält derselbe vom Kassenrendanten ausgezahlt und muss über den Empfang desselben quittiren.

22) Die Materialien und Geräthschaften, welche der Formermeister im Laufe des Monats anschafft, muss derselbe mit Quittung belegt dem Betriebsbeamten angeben und wird der Rendant bei Auszahlung des Lohnes den Formern den Betrag dieser Kosten ausführlich mittheilen. In der Kunstformerei ist dies nicht nöthig, da dort jeder Former seine Geräthschaften selbst hält und anschafft.

23) Jeden Monat nach beendigter Löhnung werden den Formern die betreffenden Bücher auf einen Tag zur Durchsicht übergeben werden. Entdecken sie Fehler darin, so müssen sie solche dem Betriebsbeamten angeben, damit sie im nächsten Monat berichtigt werden können.

(Folgen die Namen sämmtlicher Formermeister und Former.)

gez. — — — —
— — — —
a. u. s.

gez. J. Sch . . dt. gez. N . th.

Entwurf eines Gedinges für die Former der Königl. Eisengiesserei hierselbst pro 1864.

Eisengiesserei Gleiwitz, den 23. December 1863.

Die Former der Königl. Eisengiesserei arbeiten in 11 Kameradschaften unter 12 Kameradschaftsvorstehern, da die erste Kameradschaft, die der Topfformer, ihrer Ausdehnung wegen, zwei Vorsteher, alle übrigen deren nur einen haben.

Die Kameradschaften sind zur Zeit:

I. Topfgiesserei und Falzplatten. W ch und K a.
Ia. Oefen, Oefentöpfe, Wannen. H ss.
II. Kunstguss. D l.
IIa. Gitter und Bauguss. P ky.
III. Koch- und Rahmplatten. K o.
IIIa. Herdguss. L . ch.
IV. Maschinenguss. B ng.
V. Façonröhren und Armaturen. R r.
VI. Masseguss. L a.
VII. Currenter Rohrguss. K . . . e.
VIII. Lehmguss. R . . . p.

Mit diesen Vorstehern, als den Repräsentanten der Kameradschaft, hat das Königl. Hüttenamt für das Betriebsjahr 1864 nachstehendes Gedinge abgeschlossen.

§ 1. Alle von dem Betriebsbeamten aufgegebenen Arbeiten sind nach der Reihenfolge ihrer Aufgabe, wenn nicht besonders eingetragene Ablieferungstermine eine andere Ordnung nothwendig machen, schnell und gut zu erledigen.

Die Vertheilung der in den gesammten Giessereibetrieb hierselbst überhaupt einschlägigen Arbeiten unter die Kameradschaften ist seit Mitte 1862 in solcher Weise festgestellt, dass ungünstigere Arbeit mit ausgiebiger ähnlicher Arbeit stets in dieselbe Kameradschaft fällt und sich gegenseitig compensirt. Ein Protest gegen eine aufgegebene Arbeit ist an sich schon unzulässig und zieht eine Disciplinarstrafe nach sich, würde aber auch durch Wegfall des betreffenden Artikels überhaupt und an eine andere Kameradschaft dem Arbeitsverweigerer den empfindlichsten Schaden bereiten.

§ 2. Die Ausführung der aufgegebenen Gusssachen geschieht in besonderen Fällen nach der Anordnung des Betriebsbeamten, im Allgemeinen aber in der Weise, welche das beste Resultat liefert. Da die Vorsteher der Kameradschaften für das Gelingen und das gute Aussehen des Gusses verantwortlich gemacht werden, so wird erwartet, dass dieselben auch allen Fleiss und Bedacht auf die ihnen aufgetragenen Arbeiten verwenden werden.

§ 3. Es steht indessen dem Betriebsbeamten, dem Gusswaarenabnehmer und in besonderen Fällen auch den Beamten des Produkten-Magazins und denen der Maschinenwerkstatt frei, Gussstücke als unbrauchbar zu cassiren und zu Bruch schlagen zu lassen, die irgend welche Fehler bei der Abgabe, beziehungsweise bei der Magazinirung und der weiteren Bearbeitung zeigen.

In besonders dringlichen Fällen bleibt es hierbei nicht bei der blossen Cassirung des Objects, sondern es kann der Vorsteher oder der betreffende Arbeiter zu einer Disciplinarstrafe und zur Zahlung der erwachsenen Kosten verurtheilt werden.

§ 4. Für sämmtliche von dem Gusswaarenabnehmer als gut befundene und eingetragene Gusswaaren erhalten die Former das in der beifolgenden allgemeinen Lohntabelle festgesetzte Gedingelohn.

In einzelnen nicht vorherzusehenden Fällen verabredet der Betriebsbeamte ein Lohn mit dem die Ausführung leitenden Vorsteher, dieses Lohn ist aber für spätere ähnliche Fälle nicht als maassgebend anzusehen, da inzwischen sich alle Betriebsverhältnisse geändert haben können.

Die Lohnungen finden allmonatlich statt, und zwar den zweiten Sonnabend nach Abschluss des Monats. Ausserdem erhalten die Former 10—14 Tage nach der Löhnung eine Abschlagszahlung auf das im laufenden Monat bereits verdiente Lohn, deren Höhe der Betriebsbeamte nach der ungefähren Leistung bemisst.

§ 5. Für das Formerlohn sind die Former auch verpflichtet, folgende Materialien und Geräthe zur Arbeit aus eigenen Mitteln anzuschaffen und zu unterhalten, als: Oel, Lampen, Dochte, Schaufeln, Siebe, Nägel aller Art, Pinsel, Bürsten; dagegen wird denselben aus dem Materialienmagazin geliefert: Graphit, Feilen und der sonst etwa vorkommende Bedarf.

Die Siebe und Nägel unterliegen der Aufsicht des Betriebsbeamten in Betreff ihrer technischen Brauchbarkeit und ist derselbe befugt, schlechte Siebe und unbrauchbare Nägel bei wiederholtem Verbot und erfolgter Disciplinarbestrafung confisciren und vernichten zu lassen.

Jeder Kameradschaftsvorsteher ist verpflichtet, allmonatlich bei Einreichung der Lohnlisten auch die Geldbeträge der angeschafften Materialien, mit Quittung versehen, beizubringen. Bei Unterlassung dieses tritt Disciplinarbestrafung ein.

§ 6. Die Lohnermittelung findet für den einzelnen Arbeiter auf verschiedene Weise statt.

In den Kameradschaften I, Ia, II, III und VII, bei der Fabrikation der Geschirre, Kochringe und Falzplatten, Oefen, Oefentöpfe und Wasserwannen, bei dem Feinguss und dem currenten Röhrenguss, sind die Vorsteher verpflichtet, für jeden einzelnen ihrer Leute ein Arbeitsconto aufzuhaben, nach welchem sie Ende des Monats dem Betriebsbeamten das nothwendige Material zur Lohnung zusammenstellen können.

Bei den übrigen Kameradschaften, IIa, IIIa, IV, V, VI und VIII, dem Herdguss, Gitter- und Bauguss, Maschinenguss, Armatur- und Façonröhrenguss, Masse- und Lehmguss, führen die Vorsteher nur eine Schichtennachweisung ihrer sämmtlichen Mannschaften und die Vertheilung des für jede Kameradschaft im Ganzen ermittelten Lohnes geschieht im doppelten Verhältniss: einmal nach bestimmten Participationsantheilen, dann nach der Zahl der verfahrenen Schichten.

Die Participationsantheile werden durch den Betriebsbeamten nach Rücksprache mit dem betreffenden Vorsteher festgesetzt und sind veränderlich.

§ 7. Gegen die Richtigkeit der Lohnvertheilung kann nur bei dem Betriebsbeamten Einspruch erhoben werden. Im Falle sich einer der Former beklagen wollte, der zu den im § 6 zuerst genannten Kameradschaften gehört, so hat er sich lediglich an den Vorsteher zu halten, da derselbe verpflichtet ist, seine Lohnnachweisung erst mit den Leuten durchzugehen, ehe sie dem Betriebsbeamten zur weiteren Veranlassung eingereicht wird.

Sollten bei den übrigen Kameradschaften in der Vertheilung Fehler oder Irrthümer vorgekommen sein, so müssen dieselben dem Betriebsbeamten gemeldet werden, um im nächsten Monat eine Compensation hierfür eintreten zu lassen.

§ 8. Die Auszahlung im Einzelnen übernehmen wie bisher die Vorsteher, doch sind dieselben in ihrem eigenen Interesse verpflichtet, hierbei mit der grössten Genauigkeit zu verfahren und sich allein an die im Lohnbuch stehenden Summen zu binden, deren Einsicht sie unter allen Umständen den Formern jederzeit bereitwilligst zu gestatten haben.

Eine Zuwiderhandlung und die geringste Benachtheiligung eines Arbeiters hierbei wird einer Defraudation gleichgeachtet und kann durch sofortige Entlassung oder Suspension bestraft werden.

§ 9. In allen übrigen Fällen findet die Arbeiterordnung vom . . ten 186 . . Anwendung und entschuldigt deren vorgegebene Unkenntniss den betreffenden Uebertreter derselben durchaus nicht, da die genügende Zahl von Exemplaren seiner Zeit vertheilt worden ist.

§ 10. Die Kündigungsfrist anbetreffend, so wird hierdurch eine 14-tägige Kündigung für beide Theile als verbindlich bis auf Weiteres festgesetzt.

Eisengiesserei Gleiwitz, den 23. December 1863.

gez. W ch. K za. H ss. D l. P ky. K o.
L . ch. B ng. R r. L a. K . . . e. R . . . p.

gez. D,
commiss. Betriebsbeamter der Giesserei.

Vorstehendes Gedinge wird hierdurch in allen Punkten für das Jahr 1864 bestätigt.

Eisengiesserei Gleiwitz, den 29. December 1863.
(L. S.)
Königl. Hüttenamt.

Zu dem letzten vorliegenden Gedingeentwurf darf bemerkt werden, dass er bestimmt war, einer lange Jahre hindurch fortdauernden Misswirthschaft älterer Meister ein Ende zu machen und geordnete, übersichtliche und leicht zu regelnde Betriebs- und Lohnverhältnisse möglich zu machen. Daher wurden auch die Arbeitergruppen auf der Grundlage gleicher oder doch ähnlicher Beschäftigung gebildet, um der Lohnbestimmung eine möglichst einheitliche Gestaltung geben und die Thätigkeit mehrerer Arbeiter nach einem gleichen Maassstab behandeln zu können. Die Bestimmungen im § 7 und 8 richten sich besonders gegen alle Versuche seitens der Gedingenehmer, das Arbeitslohn in willkürlicher Weise kürzen und dadurch den Arbeiter schädigen zu wollen. Die anderen beiden Gedinge haben einen mehr patriarchalischen Charakter und kennzeichnen die alte Zeit. Das erste ist ein Schmelzergedinge und das andere betrifft einen Betrieb, der unter einem Formermeister geführt wurde und auf einer gewissen veränderlichen Repartition der insgesammt verdienten Summe beruhte.

Aus den angeführten Unterschieden des Betriebes erklären sich auch die Unterschiede in dem Umfange wie auch der Fassung der Gedinge.

Von Interesse für das Abschliessen von Gedingen, wie überhaupt für die ganze Arbeitstheilung und Organisation, ist die Mittheilung Guettier's über die Gedinge der Giesserei zu Tusey (a. a. O. S. 353). Vergl. auch Messerschmidt, II. Abtheilung.

B. Die Verabredung besonderer Haushaltungssätze bezüglich des Verbrauches verschiedener Hauptmaterialien.

Werden Verträge bezüglich solcher Arbeiten abgeschlossen, die einen bedeutenden Materialverbrauch involviren, der durch vorsichtige und gut geführte Arbeit vermindert, durch das Gegentheil aber vergrössert werden kann, so muss in den Verträgen dafür Sorge getragen werden, dem Letzteren entgegen zu wirken.

Durch blosse Vorschriften und Aufsicht lässt sich wenig thun, dagegen lässt sich das Interesse des Arbeiters mit dem Interesse, welches die Giesserei naturgemäss an jeder Materialersparniss hat, leicht verbinden.

Man leitet aus den vorhergegangenen Betriebsjahren einen Verbrauchsdurchschnitt an dem betreffenden Material ab und setzt danach ein bestimmtes Verbrauchsverhältniss zwischen dem bezüglichen Material und dem fertigen Product fest, indem man sagt:

100 Einheiten Product verlangen
x Einheiten Hauptmaterial,
y Einheiten Nebenmaterial,
z Einheiten Hilfsmaterial.

Man verspricht dem betreffenden Arbeiter für jede gegen die Grössen x, y, z ersparte Einheit an dem verschiedenen Material einen bestimmten Antheil des Werthes, z. B. 25—50 Proc. als Prämie, und man wird die Erfahrung machen, dass die Sorgfalt im Materialconsum ganz ausserordentlich gesteigert wird.

Eins ist dabei allerdings zu betonen: es müssen die betreffenden Arbeiter den Materialverbrauch auch allein in der Hand haben, und es darf die blosse Sparsamkeitsrücksicht keinen nachtheiligen technischen Einfluss haben.

Für den Giessereibetrieb empfiehlt es sich, jede Ersparniss in dem Brennstoffverbrauch bei den Oefen zu prämiiren, dabei aber den Brennstoffverbrauch nicht der Gusswaare, sondern dem Einsatze gegenüberzustellen, weil die Leiter des Ofenbetriebes das Verhältniss der Gusswaaren zum Bruch- und Eingusseisen nicht in der Hand haben. Dagegen ist der Eisenabbrand, d. h. der Unterschied zwischen Gusswaaren mit Nebenproducten und Einsatz in der Hand der Schmelzer und eine Verabredung darüber mit diesen allein zulässig.

Der Formsandverbrauch kann nur dann gut und genau bemessen und verabredet werden, wenn eine besondere Aufbereitungsanstalt und verschlossene Magazine existiren.

Ueberhaupt verlangt eine Prämiirung von Materialersparnissen stets eine gute Controle des noch nicht verbrauchten Materiales und eine strenge Aufsicht der Hütten- und Lagerplätze, weil sonst durch Veruntreuungen scheinbar günstige Ziffern des Ausbringens entstehen können.

Es ist noch zu bemerken, dass jeder Mehrverbrauch an Material von Seiten der Arbeiter bezahlt werden muss und wo möglich in einem anderen Verhältniss, als für die Prämiirung der Ersparnisse seitens der Hütte zwischen beiden Contrahenten verabredet wurde.

Gewöhnlich lässt man bei Ueberschreitungen der etatsmässigen Verbrauchssätze dem Arbeiter den vollen Materialwerth anrechnen und zahlt ihm dagegen nur den halben Werth der Ersparnisse als Prämie.

2. Kapitel.

Von der Bestellungsannahme und Vertheilung, Controle der Ausführung und Abnahme der Bestellungen; Voranschläge; Preislisten und Preiscourante.

Zur richtigen Ausführung einer eingegangenen Bestellung gehört vor Allem eine genaue Aufnahme derselben und ihre gehörige Buchung in den entsprechenden Arbeitsbüchern des Werkes.

Nach erfolgter Einigung über gegenständliche Eigenschaften, eventuelle Modellanfertigung, Lieferzeit, Preis u. s. w., eine Einigung, die in bindender Form eventuell unter Anzahlung geschehen muss, — geschieht zunächst die Eintragung in das Bestellbuch der Giesserei und damit die Uebernahme der Bestellung seitens der Fabrikation selbst.

Da gewöhnlich die schriftliche Bestellung zu den Schriftstücken oder der Registratur (oft Archiv genannt) wandert oder auch dem Debitsbureau zur Information und vorläufigen Notiz der Verrechnungs- und Verladungsabmachungen zugeht — also nicht immer für den Betrieb

zur Hand ist — muss das Bestellungsbuch Alles enthalten, was einen Nichteingeweihten, doch des Geschäftsganges Kundigen, augenblicklich in den Stand setzt, den Stand der Dinge zu beurtheilen.

Es enthält das Bestellbuch mithin nachstehende Notizen:

Datum.

Name des Bestellers und Wohnort (Speditionsvermerke, Adresse für Telegramme u. s. w.).

Bestellungsspecification; Zahl und Benennung der Stücke; Dimensionirung; Nummer des Preiscourants; Art der Bearbeitung; Verpackung; Nebenkosten (Modelle, Zeichnungen, Voranschläge).

Zeit der Ablieferung; Bemerkungen betr. Conventionalstrafen u. s. w.

Name des oder der Former, die mit der Ausführung zu beauftragen sind — mit Angabe der ihnen gestellten Lieferfristen.

Bemerkungen; bezüglich der Darstellungsweise; besondere Wünsche bezüglich des Materials und der Bearbeitung u. s. w.

Alle Bestellungen haben eine fortlaufende Nummerirung und es wird auf die Grundlage der Bestellung, also den Brief oder die schriftliche Erklärung, diese Nummer zur späteren Orientirung deutlich zu vermerken sein.

Nachdem die Bestellung in der vorbezeichneten Weise eingetragen worden ist, wird sie an die einzelnen Ateliers verteilt durch Eintragen in die betreffenden Bestellbücher der Giesserei und der Nebenwerkstätten oder in die eigentlichen Arbeitsbücher.

Diese Bestellbücher, welche eine ähnliche Disposition haben wie das Hauptbestellbuch, müssen alle Einzelaufträge, die sich zu einer Hauptbestellung zusammensetzen, alle Arbeiten, die bei einer solchen vorkommen, enthalten und speciell die Ablieferungszeiten für die einzelnen Stücke oder für die ganze Bestellung.

Es kommt ferner darauf an, in diesen Büchern zu vermerken:

Datum der Aufgabe und Nummer des Hauptbestellbuches.

Name und Wohnort des Bestellers.

Anfertigung eines Modelles und Termin der Fertigstellung desselben, im anderen Falle Bezeichnung des zu benutzenden alten Modelles.

Reihenfolge der Ablieferung der Gusswaaren, die zu der Bestellung gehören, unter Angabe der Ateliers, nach denen die Gusswaaren zur eventuellen weiteren Bearbeitung gelangen.

Angabe der Classification des Gusswaaren- und eventuell des Formerlohnes, falls nicht darüber eine besondere Bemerkung im Hauptbestellungsbuche genügt.

Bei der Organisation von Einzelarbeit unter einem Giessmeister ist die Ausfertigung so vieler Bestellbücher, als Hauptarbeiter sind, eine lästige Sache und man benutzt dann das Princip der Wandtafel. An jedem Platze befindet sich eine Tafel neben dem Geräthschranke des betreffenden Arbeiters, und an diese Tafel schreibt der Giessmeister in Gegenwart des Arbeiters die Bestellungen auf, die in sein Manual durch den Expedienten des Giessereibureaus eingetragen worden sind. Termin u. s. w. ist ebenfalls anzugeben und bei rascher

Ablieferung ist später auch das Resultat der Wägung daneben zu schreiben, damit beim Durchgang durch die Werkstätten der Giessmeister sowohl als der Betriebschef sich von dem Stande der Dinge unterrichten kann.

Die Giessereien von Seraing u. A. arbeiten nach dieser Anordnung des praktischen Einzelbetriebes und befinden sich sehr wohl dabei; die ungemeine Energie des dortigen Chefs verleiht dieser Art von Notizführung den vollen Werth einer vollkommen buchmässigen Behandlung des Bestellungswesens.

Die Ueberwachung der Arbeiten hat, abgesehen von der technischen Seite, noch eine disciplinarische; vollkommen wird die Controle nur durch eine möglichst scharfe Abnahme der fertigen Gusswaaren und terminmässige Lieferung derselben an die Magazine oder an die weitere Bearbeitung.

Der abnehmende Beamte, am Besten ein strenger, öfters wechselnder Comptoirist, muss unter der Botmässigkeit des Chefs der Giesserei stehen und nach seinen Instructionen handeln; er hat von den Bestellungen Kenntniss zu nehmen und muss über die Lieferungstermine, die Gewichtsvereinbarungen und sonstigen Ansprüche an die Gusswaaren unterrichtet sein. Man benutzt zu der Gusswaarenabnahme auch wohl einen der Assistenten des Giessereibureaus, der etwas technische Bildung hat, um nicht zu leicht von den Formern hintergangen zu werden.

Derselbe hat neben der Abnahme auch noch die Vorarbeiten zur Löhnungsrechnung zu machen und die Hauptproductionsbücher, Giessereibücher (S. 619), zu führen.

Bei der Abnahme hat derselbe zugegen zu sein und sich von der Richtigkeit der Zahl und des Gewichtes, sowie von der probemässigen Durchschnittsbeschaffenheit der Gusswaaren zu überzeugen. Bei schwierigen Fällen entscheidet der Chef des Betriebes, der ohnehin die technische Darstellung in der Hütte selbst zu controliren hat.

Das Gewicht und die Stückzahl der gelieferten Gusswaaren wird bei der Abnahme in zweierlei Art gebucht:

einmal mit Rücksicht auf den Besteller, d. h. zur Kenntniss der Producten- und Debitsverwaltung;

dann mit Rücksicht auf das Werk als Grundlage der Productionsberechnung und der Lohnberechnungen.

Das Erstere geschieht am Besten zugleich an der betreffenden Stelle des Bestellbuches und auch im Memorandum, welches an die Debitsverwaltung nach vollständiger Erledigung der Bestellung oder vor der Versendung einer Lieferung aus der Bestellung gelangt und alle möglichen Vermerke für die Rechnung enthält.

Das Andere geschieht zunächst in dem Manual des Giessmeisters, respective dem Arbeitsbuch der bezüglichen Kameradschaft, dann aber unter Angabe des Abnahmedatums in einem Hauptbuche, dem Giessereibuche, Haupthüttenbuche u. s. w., das eine Reihe von Preis- und Lohncolonnen zum Auswerfen und Theilen nach Gusswaarenclassen und Lohnsätzen enthält.

Nöthig ist eigentlich nur das Auswerfen nach Lohnsätzen, da die Classification der Gusswaaren durch besondere Preisverhandlung mit den Bestellern doch stets durchbrochen und verändert wird.

Ein sehr wichtiger Theil des ganzen Bestellungs- und Annahme-, sowie des Verkaufsgeschäfts ist die Ausarbeitung der Preiscourante und Musterbücher. Bereits bei Gelegenheit der Modellanfertigung u. s. w. wurde auf die Wichtigkeit dieser ständigen Vermittelung zwischen Producenten und Consumenten hingewiesen.

Die Preiscourante enthalten unter Angabe der bezüglichen Gewichte, so weit sie sich vorab bestimmen lassen oder der hauptsächlichen Abmessungen, die alphabetisch geordnete Liste der auf dem Werke angefertigten Artikel; bei einzelnen Waaren, z. B. Poterie, lässt sich jede Sorte durch eine eingeschaltene Vignette der Form nach deutlich illustriren.

Neben dieser Preisliste oder dem gewöhnlichen Preiscourante laufen nun eine Reihe von Abbildungen bestimmter Artikel her, welche in Heften zusammengestellt und versandt werden.

Früher war die Lithographie der einzige Weg der Reproduction der oft von bedeutenden Künstlern und Architekten, meist aber von den Modelleuren der Werke gezeichneten Abbildungen, und es verursachte die Herstellung dieser Musterblätter einen meist sehr bedeutenden Aufwand an Zeit und an Geld.

Neuerdings benutzt man die weit billigere Photographie und die daran sich schliessenden phototypischen Methoden und manche Werke sind ganz gut im Stande, ein photographisches Atelier zu erhalten und zu beschäftigen. Besonders sind auf diesem Wege der Darstellung die ornamentalen und fertig bearbeiteten Gusswaaren recht gut zu veranschaulichen, deren metallische Lichteffecte nur schwer sich in anderer Weise geltend machen können.

Eines der vornehmst ausgestatteten Musterbücher ist das von Durenne in Paris, dann das von Lauchhammer, G. Kuhn, Blansko, Tangerhütte u. A.

Die Hauptsache bei den illustrirten Preisverzeichnissen ist die genaue Angabe des Gewichtes, um darnach einen Voranschlag machen zu können, indem man mit dem Käufer bei der Bestellung einen Gewichtseinheitspreis für die rohe Gusswaare verabredet; Nebenkosten, Modelle, Bearbeitung sind besonders anzurechnen.

Es giebt indess auch Fälle, in welchen von einem Besteller ein Anschlag zu einer besonderen Leistung, z. B. zu einer Bauconstruction, verlangt wird, zu einer besonderen umfangreicheren Aufgabe u. s. w.

Zu solchem Voranschlag, der nicht immer auf vorhandenen Mustern beruhen kann, gehören einige Erfahrungen und es ist vielleicht nicht ohne Interesse, einige Beispiele solcher Calculationen aus der Praxis folgen zu lassen, wo die spätere Ausführung den Voranschlag controlirt hat.

Zu einer grossen Gasanstalt waren erforderlich:

150 Tonnen (zur Gusswaarenclasse D gerechnet) diverse Rohre u. s. w.

15 Tonnen (zur Gusswaarenlcasse E gerechnet) Beleuchtungsartikel u. s. w.

deren Herstellungskosten sich wie folgt berechnen:

	Klasse D Mark	Klasse E Mark
1) Preis des Rohgusses pro 1000 kg	95	95
2) do. des Formerlohns	40	50
3) do. des Putzerlohns	4	5
4) Nebenkosten und Verwaltung[1]	23	28,30
5) Frankofracht zum Bahnhof	0,30	0,30
Summa	162,30	178,60

Schlägt man 10 Proc. der Selbstkosten als Gewinn darauf, so ergiebt sich ein Preis für 1000 kg, von

rund 180 Mark für die Röhren und

rund 200 Mark für die Beleuchtungsgegenstände.

Nimmt man an, dass durch Concurrenz u. s. w. ein starker Druck auf die Preise der Rohre geübt und ein Nettopreis von 160 Mark als annehmbar seitens des Käufers bezeichnet wird, so bleibt Nichts übrig, als mit den Löhnen herunterzugehen und einen Theil der Generalkosten anderweitig unterzubringen.

Die Baugusswaaren und Constructionen erfordern in der Regel ausführlichere und schwierigere Anschläge, wie aus Nachstehendem hervorgeht.

Zu einem Rathhause in einer kleineren Stadt wurde eine weite, rund um einen Lichtschacht laufende Thurmtreppe von Eisen mit Consolen an der Innenseite und eisernem Geländer verlangt. Dieselbe hatte 3 Läufe von je 23 Stufen, steinerne Podeste, führte aber an einem grossen durch alle Stockwerke gehenden Fenster vorbei. Die Treppe war incl. Aufstellung aber ohne Frachtberechnung, wie folgt, zu veranschlagen.

	Einzelgewicht kg	Gesammtgewicht kg	Preis pro 1000 kg Mark	Preissumme Mark
1) Gewöhnliche Gusstheile:				
66 Trittstufen nebst Futterstufen und angegossenen Stützen	37,5	2475	—	—
3 Auftrittstufen	50,0	150	—	—
3 Wangenstücke	375,0	1125,5	—	—
zusammen		3750,5	250,00	937,63
2) Feinere Gusstheile:				
7,536 laufende Meter, schwere doppeltgekehlte Gitter für die Auftritte (Podeste)	17,5	420	—	—
6 Pfosten ohne Laubwerk . . .	25,0	150	—	—
zusammen		570	350,00	199,50
			Uebertrag	1137,13

1) Es ist zu bemerken, dass der Betrag der Nebenkosten und der Verwaltung aus dem Resultate des vorhergehenden Jahres ermittelt und im Verhältniss zum Verkaufswerth der Gusswaaren auf die verschiedenen Gusswaarenclassen vertheilt wird.

	Einzel-gewicht kg	Gesammt-gewicht kg	Preis pro 1000 kg Mark	Preis-summe Mark
Uebertrag				1137,13
3) Zinkgussverzierungen:				
6 Stücke (Pfostenverzierungen und Kreuzblumen im Stück 12 Mark	—	—	—	72,00
4) Schmiedeeisenarbeit (Geländer):				
laut besonderer Veranschlagung .	—	—	—	306,00
5) Zusammenpassen der Gitter und Stufen:				
69 Stufen mit Geländer à 6 Mark = 414,00 Mark				
7536 laufende Meter Gitter à 1,50 Mark = 11,30 „				
6 Pfosten à 1 Mark . 6,00 „	—	—	—	431,30
6) Modellkosten:				
laut besonderem Anschlag . . .	—	—	—	240,00
7) Aufstellung an Ort und Stelle:	—	—	—	180,00
			Summa	2366,43

In runder Summe würde den damaligen Preisen gemäss die ganze Arbeit auf 2400 Mark zu veranschlagen gewesen sein, wobei jeder Wettbewerb und Preisdrückerei als ausgeschlossen anzusehen war.

Einen ganz anderen Berechnungsmodus zeigt der Ueberschlag der Anfertigungskosten einer Blechwalze, ebenfalls bei früheren Preisen (1860—1865).

Dieselbe sollte roh etwa 4825 kg wiegen und dürften die Einzelkosten wie folgt zu veranschlagen gewesen sein:

	Mark
1) Schmelzerlöhne: 2 Mark pro 1000 kg, also hier 4825 kg . . .	9,66
2) Materialverbrauch unter der Annahme, dass der Einsatz 150 Proc. des Rohguses betragen müsse:	
Es erfordern sonach 4825 kg Guss 7237,5 kg Material.	
Dasselbe besteht aus 2000 „ Holzkohlenroheisen,	
2500 „ Cokesroheisen,	
2737,5 „ Bruch oder Schrot.	
In der gedachten Zeit galten für diese Stoffe mehr als doppelt so hohe Preise als jetzt, denn es wurde der Werth dieser Einsätze wie folgt berechnet:	
2000 kg Holzkohlenroheisen à 104 Mark = 208 Mark	
2500 „ Cokesroheisen à 87 „ = 217,50 „	
2737,5 „ Bruch oder Schrot à 75 „ = 205,32 „	
Summa 630,82 Mark	
Davon sind zurückzurechnen nach den durchschnittlichen Ergebnissen etwa:	
1635 kg Tümpel und Bruch à 75 Mark = 122,62 Mark	
bleiben Summa 518,20 Mark	
Den Kohlenverbrauch anlangend, wurden nach früherem pro 1000 kg Einsatz beim Guss schwerer Walzen (S. 78) 46,2 kg Kohlen gerechnet.	
Der Preis derselben stellte sich auf 1,49 Mark pro schlesische Gemässtonne à 0,22 cbm oder 154,0 kg (S. 76) oder rund 9,75 Mark pro 1000 kg.	
7237,5 kg Einsatz verbrauchen daher 7,2375 × 46,2 oder 334,37 kg, welche 3,26 Mark kosten. Dadurch erhöht sich die Summe des Materialaufwandes auf	521,46
3) Formerlohn: 20 Mark pro 1000 kg	96,60
4) Bohrhüttenkosten einschliesslich Transporte	346,50
Zusammen	974,22

Dazu gelangte noch ein damals üblicher Preisaufschlag von 10 Proc. der Kosten ausschliesslich der Dreharbeit, die auf etwa 60 Mark sich belief. Nach weiterer Abrechnung von Kopf und Spänen, ersterer mit 75 Mark, letztere mit 30 Mark bewerthet, kam schliesslich ein Kostenpreis von etwa 105 Mark pro Tonne heraus.

3. Kapitel.

Von der technischen Buchführung (Schmelzbücher, Arbeitsbücher, Lohnrechnungen, Productionszusammenstellungen).

Die einleitenden Bemerkungen zu dieser Abtheilung haben bereits betont, dass von der rein kaufmännischen Seite der Buchführung hier nicht die Rede sein kann, sondern dass sich wesentlich Alles um die technische Buch- und Notizführung handelt.

Es bezieht sich dieselbe auf die Umwandlung der Materialien in Producte, die dabei verausgabten Material- und Arbeitswerthe, und die genaue Ermittelung der ganzen Production.

Abgesehen von den Lagerbüchern der verschiedenen Materialien, als Roheisen, Brennstoffe, Formsande u. s. w. sind es zunächst die Schmelzbücher, d. h. die Buchungen, die sich auf den Ofenbetrieb beziehen, welche wichtig werden.

Aus diesen und aus den Abnahmenotizen ergeben sich die ersten Posten für die Arbeitsbücher der verschiedenen Kategorien, die Grundlagen der ganzen Lohnrechnung. Man kann die Seite 617 besprochenen Bestellbücher auch als Arbeitsbücher behandeln, insofern als man alle Arbeiten unter einander anführt, die zu einer Bestellung gehören.

Es gehört dann aber wieder eine besondere Mühe und Umsicht dazu, den Betrieb einer Werkstatt während eines Zeitraumes aus den einzelnen Bestellungen zusammenzusuchen und es ist für die Arbeitsbücher vortheilhaft, wenn Tag für Tag oder Arbeiter für Arbeiter nach Leistung und Materialverbrauch angeführt wird. Das erwähnte Werkchen von Busch giebt hierfür wie für alle Verhältnisse concrete Vorschriften.

Die Lohnrechnungen oder Lohnbücher enthalten die rubricirten Leistungen mit den ausgeworfenen Beträgen, die Abzüge und die Vertheilung unter die einzelnen Former, wo eine solche der Organisation der Arbeit nach nothwendig wird.

Als Schluss der hier anzuführenden Arbeiten sind zu erwähnen die Productionszusammenstellungen; Arbeiten, welche für die Privatindustrie vielleicht weniger Werth haben als für die Staatsindustrie, wo sie zur Information der Oberbehörden in kürzeren oder längeren Zeitabschnitten eingefordert und angefertigt werden.

Der Stoff zerfällt demnach in drei Abschnitte:

A. Die Schmelzbücher.

B. Die Arbeitsbücher und Lohnrechnungen.

C. Die Productionsübersichten.

A. Die Schmelzbücher.

Die Schmelzbücher bilden die Grundlage der Beurtheilung des Ofenbetriebes und werden nach den an den Oefen angebrachten Schmelzertafeln geführt.

Die Schmelzertafel enthält gewöhnlich für jeden Wochentag eine Zeile und eine Reihe von Colonnen für die Materialaufwände jeden Tages. Man macht für jeden Gichtensatz (75, 100, 125, 150 u. s. w. Kilo) eine Colonne, weit genug um 25—40 Striche aufzunehmen, dann eine Colonne für die Cokes und vielleicht noch eine breite Colonne zu Notizen über Tagelöhnerschichten u. s. w. Hält man darauf, dass die Tafeln täglich abgenommen werden, so braucht man nur die Colonnen- und nicht die Zeilentheilung und hat mehr Raum für die Notizen.

Damit hat man aber noch nicht viel Detail; es fehlen in der vorstehenden Anordnung alle Rücksichten auf die verschiedenen Roheisensorten, auf die Abfälle des Betriebes und die Gusswaare. Nun lassen sich diese Notizen nicht für jede Einzelgicht, oft auch nicht einmal für jeden Tag, selbst nicht für jede Woche genau feststellen. Es fällt deshalb alles, was sich Tag für Tag nicht durch die Leute selbst ermitteln lässt, dem Beamten zu, der das Schmelzbuch führt, und der die Gichtensummen und die daraus resultirenden Gewichte mit der wirklichen Roheisen- und Cokesausgabe vergleichen und zusammenbringen muss, die sich aus den Lagerbüchern ergiebt.

Die Schmelzbücher können nun getrennt für Cupol- und Flammöfen geführt werden, sie können aber auch sich vereinigen lassen, indem man eine breitere Tabellenform mit gemeinschaftlicher Zeilenvorschrift anwendet.

B. Die Arbeitsbücher und Lohnrechnungen.

In welcher Weise die Arbeits- und Lohnbücher geführt werden müssen, darüber giebt das Buch von Busch und auch ein Rückblick auf die vorhergehenden Betrachtungen Auskunft.

Es treten aber bei der Giesserei eigenthümliche Kameradschaftsverhältnisse u. s. w. ein, die besprochen werden müssen, weil sie in den fertigen Lohntabellen nicht erscheinen. (Vergl. Seite 615, § 6.)

Ist die Arbeit so organisirt, dass der Meister die Leistung jedes Arbeiters kennt und auch einzeln buchen kann, so werden in der Lohnliste hinter jedem Namen die betreffenden Gusswaaren mit dem Einheitssatz angeführt, dann ausgerechnet und nun ein bestimmter Procentsatz für das Honorar des Meisters und die eventuellen Tagelöhne in Abzug gebracht, z. B. bei Poterie, die nicht viel Lohn einbringt, 10, bei einfachem Plattenguss zu Oefen 15—20 Proc. oder rund $^1/_6$, dann folgen die persönlichen Abzüge, Vorschuss, Materialien, Knappschaftscassenbeiträge u. s. w., die in besonderen Colonnen ausgeworfen und summirt, mit der Restsumme des Lohnes die Totalsumme ergeben müssen.

Bei Kameradschaften, welche wie die Lehm-, Masse- und Maschinenformer u. A. solidarisch im Arbeits- und Lohninteresse verknüpft werden müssen, läuft die Sache anders.

Nimmt man z. B. an, dass in einer Kameradschaft

der Meister	24 Pfennige von	1 Mark Lohn erhält und	24 Tage arbeitete,				
„ Geselle A.	18 „	„ 1 „ „ „	„ 10 „ „				
„ „ B.	15 „	„ 1 „ „ „	„ 24 „ „				
„ „ C.	13 „	„ 1 „ „ „	„ 22½ „ „				
„ „ D.	10 „	„ 1 „ „ „	„ 24 „ „				
„ „ E.	10 „	„ 1 „ „ „	„ 23 „ „				
„ „ F.	10 „	„ 1 „ „ „	„ 21 „ „				

und dass ausserdem die Tagelöhner

A_1	24	Schichten à 1,50 Mark
B_1	23	Schichten à 1,50 Mark
C_1	23	Schichten à 1,50 Mark
D_1	21	Schichten à 1,50 Mark
E_1	24	„ à 1,25 „
F_1	20	„ à 1,00 „

verfahren hätten, so wird sich folgende Rechnungsoperation zur Ermittelung des jedem Arbeiter zustehenden Lohnes ergeben.

Zunächst wird nach dem Giessereibuche die ganze Lohnsumme zu ermitteln sein, und hiervon sind zunächst die Summen der Tagelöhner, dann die Auslagen für Materialien und Geräthe, Nägel und Schaken abzuziehen, auch Conventionalstrafen u. s. w. und der entfallende Rest kommt zwischen dem Meister und seinen Leuten nach dem Verhältniss der Producte aus Antheilsatz und Schichtenzahl zur Vertheilung.

Es verhalten sich im vorliegenden Falle zum Restlohne die Antheile

des Meisters	wie 24×24	zu der Summe Σ der Producte.
der Gehilfen A.	„ 18×10	
„ „ B.	„ 15×24	
„ „ C.	„ 13×22½	
„ „ D.	„ 10×24	
„ „ E.	„ 10×23	
„ „ F.	„ 10×21	
Zusammen:	Σ	

Noch abweichender ist das Verfahren bei einzelnen Zweigen, z. B. der Röhrenformerei, wo selbstständige Theilarbeit Einzelner neben vollster Verbindlichkeit existirt, wie aus dem Nachstehenden hervorgeht:

Es sind bei einer ausschliesslich mit dem Röhrengusse beschäftigten Kameradschaft producirt:

142,5 kg à 50 Mark per 1000 kg	7,13 Mark
32810,0 „ à 40 „ „ 1000 „	1312,40 „
2733,5 „ à 30 „ „ 1000 „	82,01 „
Lohnsumme	1401,54 Mark
Abzüglich Frachtverluste durch Mehrgewicht	28,00 „
Lohnsumme	1373,54 Mark

Davon sind zu zahlen:

Für 92 155 mm Röhren à 1,50 Mark dem Gehülfen A und Lehrburschen A_1.	138,00 Mark
Für 112 130 und 105 mm Röhren à 1 Mark dem Meister und dem Gehülfen B.	112,00 „
Für 14 65 mm Röhren à 0,50 Mark den Lehrburschen B_1 und C_1.	7,00 „
Für 719 52 mm Röhren à 0,37 Mark den Gehülfen C und D und den Burschen D_1 und E_1.	269,63 „
Für diverse Gewichtsgusswaaren erhält der Gehülfe E	24,01 „
also an Formerlöhnen	550,64 Mark

Ferner zu zahlen:

Für 92 155 mm Kerne à 0,40 Mark	36,80	Mark
Für 112 130 und 105 mm Kerne à 0,30 Mark	33,60	"
dem Kernmacher A„.		
Für 14 65 mm Kerne à 0,20 Mark	2,80	"
dem Kernmacher B„.		
Für 719 52 mm Kerne à 0,13 Mark	89,89	"
Für 4 andere Kerne à 0,30 Mark	1,20	"
den Kernmachern C„ D„ und den Tagelöhnern A_x und B_x. zusammen an Kernmacherlohn	164,29	Mark
An die Tagelöhner C_x, N_x laut Schichtenbuch	207,80	"
Summa	922,72	Mark
Bleibt für Material, sonstige Auslagen und Meisterlohn . .	450,50	"

C. Die Productionszusammenstellungen und Betriebs- bezw. Verwaltungsberichte.

Von den Productionszusammenstellungen ist nicht viel zu sagen. Die Gusswaarenproduction ergiebt sich aus der Abnahmebuchhaltung, die schon besprochen wurde.

Dagegen ist es von technischem Interesse, besonders im Anschluss an die Schmelzbuchnotizen, einiges über die Zusammenstellungen zu sagen, die sich auf den Ofenbetrieb beziehen.

Sie bestehen aus einer Materialienbalance und aus einer Darstellung des Betriebes selbst, welche alle Elemente der Arbeit tageweise bemessen enthalten muss.

Nimmt die Productionszusammenstellung eines Monats oder Quartals die Gestalt eines Berichtes an, so bildet sie den Uebergang zu den eigentlichen Betriebs- und Verwaltungsberichten.[1])

Diese zu verschiedenen Zeitabständen erforderlich werdenden Betriebs- und Verwaltungsberichte zur Information der Vorgesetzten, seien es nun Staatsbehörden, Aufsichts- und Verwaltungscollegien, oder Generalversammlungen, müssen stets die prägnanteste Kürze mit der Erwähnung alles Wünschenswerthen und Wissenswerthen vereinen.

Allgemeine Vorschriften lassen sich nicht aufstellen, indessen kann man ohne Weiteres behaupten, dass nur eine auf die äusseren oder wichtigen inneren Beziehungen des Werkes Einfluss übende Thatsache ihren Platz in dem Berichte erhalten soll.

Es müssen Angaben über Productionsumfang im grossen Ganzen gemacht, die Verkaufs- und Preisverhältnisse hervorgehoben werden; einzelne, zu besonderen Erwartungen berechtigende Einrichtungen und Betriebszweige, dann wieder andere desgleichen, die nicht mehr zeitgemäss oder nicht rentabel sind, müssen angeführt werden.

1) Betreffs der Buchführung selbst muss wiederholt auf die Werke von Busch, Messerschmitt u. A. aufmerksam gemacht werden. Die dort mitgetheilten Schematismen und Angaben ergänzen sehr gut die hier mitgetheilten Winke und Angaben. Es würde den Umfang des II. Bandes ungemessen erweitert haben, die dort mit voller Sachkenntniss dargestellten Verhältnisse nochmals hier zu berühren. Es sei an dieser Stelle noch eines kleinen Schriftchens Erwähnung gethan.

Der geschickte Buchhalter u. s. w. von M. L. Becker, Köln und Leipzig, Mayer, das auf 61 kleinen 4° Seiten Aufschluss über alle wesentlichen Punkte der Buchführung giebt.

Die Zahl der Arbeiter und Betriebsvorrichtungen sind ebenfalls anzuführen, Durchschnittslöhne u. s. w.; vorzugsweise kommen aber die ökonomisch-technischen Momente in Betracht. Das Ausbringen der Apparate, die Abbrände, Cokesverbrauchssummen u. s. w. nebst Motivirungen aller Art sind vorzutragen.

Das Material dieser Berichte sind die Abschlüsse und Rapporte der einzelnen Betriebszweige, sowie Specialacten für Untersuchungen und Neuanlagen, welche wohlgeordnet in einem feuersicheren Archiv aufbewahrt, die beste Arbeitsgrundlage jeder bewusst voranschreitenden gewerblichen Thätigkeit bilden und jederzeit die Entwickelung des betreffenden Werkes erkennen lassen.

Anhang.

Nachweisung der für das Giessereiwesen im engeren Sinne ertheilten deutschen Reichs-Patente aus den Jahren 1877 bis 1895.

Vorbemerkung. Die sämmtlichen bis Frühjahr 1896 erschienenen Patente sind nach absteigenden Nummern geordnet, also in der Art, dass die jüngsten zuerst, die ältesten zuletzt kommen, so dass man, um die Mehrzahl der noch gültigen Schutzurkunden zu überblicken, nur die ersten Seiten durchzulesen hat, da bereits die 1891/92 ertheilten Patente grossentheils als am 1. März 1896 erloschen öffentlich bekannt gegeben sind.

85313	17. Mai 1895	Juhl & Söhne, Berlin S.: Gussform für Accumulatorrahmen. Dergl. mit U-förmigem Querschnitt.	Gültig noch am 1. März 1896.
85064	18. Juli 1895	Achenbach seelige Söhne, Engelhard, Buschhütte b. Kreuzthal: Verfahren zur Herstellung von Hartguss.	desgl.
84541	9. März 1895	Königl. Württemb. Hüttenamt Wasseralfingen, Wasseralfingen: Hydraulische Formpresse.	desgl.
84268	30. November 1894	Reid, W. F., Addlestone, Surrey, Engl.: Gussform aus Kieselguhr.	desgl.
84121	6. Februar 1894	Le Bourg, Ch., u. V. M. Cossé, Nantes, Frankr.: Verfahren zur Herstellung von Formen mit verlorener Wachsschicht.	desgl.
83665	24. April 1895	Seidemann, W., Georg-Marienhütte: Maschinelle Stampfvorrichtung.	desgl.
83500	30. Januar 1895	Maschinenbau-Act.-Gesellschaft vorm. Beck & Henkel, Abthlg. Theodorshütte, Bredelar i. W.: Formmaschine.	Erloschen.
83009	3. Juli 1894	Société Anonyme des Aciéries, Forges et Ateliers de la Biesme, Bouffioulx, Belg.: Vorrichtung zum Formen von gerippten Heizrohren.	desgl.
82754	23. November 1894	Rodig, A., Laband, O.-S.: Herstellung mehrtheiliger Stahl- oder Flusseisenblöcke in Coquillen.	desgl.
82683	25. November 1894	Murray, A., Strathroy u. W. Fairweather, Saxonholm, Dumbreck, Glasgow: Formmaschine.	desgl.

82068	19. December 1894	Aktiebolaget Ankarsrums Bruk, Ankarsrum, Schwed.: Formverfahren und Form zur Herstellung von Radnaben mit eingegossenen Speichen.	Erloschen.
81274	15. September 1894	Claus, Franz, Firma, Rasberg b. Zeitz: Zerlegbare Metallform für die Nabe von Speichenrädern.	desgl.
81172	13. November 1894	Jindrich, H., u. L. Nirschy, Budapest: Verfahren zur Herstellung von Weichguss in Schalen.	Gültig.
80830	17. November 1894	Budde & Goehde, Berlin S.: Verfahren und Vorrichtung zur maschinellen Herstellung von Kernen.	desgl.
80807	9. Juni 1894	Maschinenbau-Act.-Gesellsch. vorm. Beck & Henkel, Abtheil. Theodorshütte, Bredelar i. W.: Kernformmaschine.	desgl.
80773	28. August 1894	Wood, W. C., Brooklyn: Masseformverfahren für Eisenbahnerzstücke od. dergl. ohne Modell.	Erloschen.
80693	17. Juni 1894	Schon, H., G. Muth u. K. Kinkel, Alleghany City, Penns.: Hartgussform.	Gültig.
80692	9. Mai 1894	Liehmann, W., Pilsen, Böhmen: Rohrformmaschine.	desgl.
80115	17. Juli 1894	Hampton, Th., Sheffield: Verfahren u. Vorrichtung zur Herstellung von Verbundguss.	desgl.
79285	13. März 1894	Slattery, J., Philadelphia: Metallform, insbesondere für Hartgussräder.	desgl.
78923	30. Juni 1894	Hampel, C., Leopoldshall b. Stassfurt: Giessform für Accumulatorengitter. (Zus. zum Pat. Nr. 78485.)	desgl.
78773	16. März 1894	Müller, O., Berlin O.: Maschine zur Herstellung von Armkernen für Riemenscheiben und Räder.	desgl.
78532	10. Mai 1894	Huth, P., Gelsenkirchen: Centrifugalgiessverfahren zum Vergiessen zweier verschiedener Metalle.	desgl.
78513	23. December 1893	Hillerscheidt & Kasbaum, Berlin N.: Hebelantrieb für Formpressen.	desgl.
78485	29. Mai 1894	Hampel, C., Leopoldshall b. Stassfurt: Giessform für Accumulatorengitter.	desgl.
78186	26. April 1894	Wons, C., Gleiwitz: Drehbank zum Abdrehen von Kernen für Muffenrohre.	Erloschen.
77796	16. Januar 1894	Smith, J. J. Ch., Passaic, N. Y., V. St. A.: Formmaterial für Metallguss.	Gültig.
77777	25. März 1894	Pieper, C., Firma, Berlin NW.: Formpresse.	desgl.
77768	22. December 1893	Alexandre, A., Paris: Verfahren zur Herstellung von Massenartikeln mit eisernem Kern durch Centrifugalguss.	desgl.

77678	23. März 1894	Holzapfel, W., u. Hilgers, Berlin SO.: Giessform zur Herstellung von rahmenartigen Fassungen mit V-förmigen Wandungen.	Gültig.
77642	16. Januar 1894	Ilberg, H., M. Gladbach: Form zum Giessen von Metallmänteln mit Lichtschlitzen um Gasrohre.	desgl.
77640	6. Januar 1894	Shepherd, J., Lower Bredbury b. Stockport, u. Th. B. Leigh, Heaton Mersey, Manchester, Engl.: Stampfmaschine zur Herstellung von Röhren und Kernen.	desgl.
77493	11. März 1894	Kuhlmann, Gebr., Grüne b. Iserlohn i. W.: Sandform für Metallguss.	desgl.
77492	21. Februar 1894	Kölner Accumulatorenwerke, Gottfr. Hagen, Kalk b. Köln a. Rh.: Form zum Giessen von Gittern für Elektricitätssammler.	desgl.
76310	31. Januar 1894	Gabrys, G., u. A. Adler, Budapest: Formmaschine, insbesondere für Zinkguss.	desgl.
76302	14. Juli 1893	Krüger, J., Brandenburg a. H.: Formtisch.	Erloschen.
76249	11. August 1892	Hofmann, J. E., Haus Räuschenberg b. Küppersteg, Rheinl.: Giessform für Elektrodenplatten.	desgl.
75408	4. October 1893	Mennickheim, N., Erfurt: Verfahren zum Formen von Rotationskörpern.	desgl.
75058	14. Juli 1893	Krüger, J., Brandenburg a. H.: Verstellbares Stampfwerk für Formmaschinen.	desgl.
75043	3. October 1893	Kudlicz, J., Prag-Bubna u. R. Klostermann, Dortmund: Verfahren und Gussform zum Stehendgiessen von Gegenständen, insbesondere Walzen.	desgl.
74617	25. August 1893	Reunert, W., Annen i. W.: Verfahren u. Vorrichtung zur Erzielung dichter Gussblöcke.	desgl.
74603	25. April 1893	Lemke, G., Berlin SO.: Verfahren zur Herstellung von Radreifen mit harter Lauf- u. weicher Innenfläche.	Gültig.
74254	30. Mai 1893	Bachmann, J., Basel: Ofen zum Trocknen von Gussformen.	Erloschen.
74167	22. August 1893	Müller, E. A., Kaiserslautern und W. Brückner, Schloss Herblingen: Verschluss für getheilte Formkasten.	desgl.
74160	4. Juli 1893	Kölner Eisenwerk, Brühl b. Köln: Verfahren, um Roststäbe mit polygonalen, kreisrunden oder ovalen Köpfen stehend zu formen.	Gültig.
73779	4. Juli 1893	Maxwell, S. E., Aspinwall, V. St. A.: Giessform für Zahnräder mit Hartgusszähnen.	Erloschen.

73777	28. Mai 1893	Schulte, F., Hamburg: Formstift.	Gültig.
73731	4. Juni 1893	Wetzig, A., Wittenberg: Formmaschine für Riemscheiben, Zahnräder u. dgl.	desgl.
73514	30. December 1892	Reuther, C., i. F. Bopp & Reuther, Mannheim: Hydraulische Formpresse.	desgl.
73212	20. December 1892	Crummenerl, W., Lüdenscheid, Westf.: Verfahren zur Herstellung von mit Schraubengewinde versehenen Gegenständen (z. B. Stock-, Schirm- und Peitschengriffen) durch Stürzguss.	desgl.
73043	22. Januar 1893	Berliner Vulkan, C. Puchmüller, Berlin O.: Verfahren zur Herstellung eintheiliger gusseiserner Riemenscheiben mit hohlen Armen von gleichmässiger Wandstärke.	Erloschen.
72859	29. April 1893	Hansen, F., in Flensburg: Formverfahren. (Zus. zum Patent Nr. 72203.)	desgl.
72856	17. Januar 1893	Eisenindustrie Menden und Schwerte, Act.-Gesellsch. in Schwerte: Zerlegbare Coquillengruppe zum Giessen von Knüppeln.	desgl.
72628	5. April 1893	Von Gálocsy, A., u. E. Lechner in Ruszkicza, Ungarn: Formvorrichtung für Massenguss.	desgl.
72615	18. September 1892	Steiner, J., Gotha: Schneckenformmaschine.	desgl.
72478	13. Januar 1893	Walz, Dr. G., Heidelberg: Verfahren und Vorrichtung zum Giessen von Hohlkörpern durch Centrifugalguss.	Gültig.
72330	25. April 1893	Lehmann, Dr., u. Mann, Firma, Berlin O. und E. Frank, Berlin SO.: Giessform zur Herstellung eines muldenförmigen Accumulatorengitters.	desgl.
72252	16. April 1893	Sächsische Maschinenfabrik, Chemnitz: Vorrichtung zur Herstellung der Form von Rotationskörpern.	Erloschen.
72203	7. Februar 1893	Hansen, F., Flensburg: Formverfahren mit Anwendung von Kaolin.	desgl.
71833	29. April 1893	Abel, W., Trier: Zahnräd.-Formmaschine.	desgl.
71830	5. April 1893	Riemer, J., Düsseldorf: Röhren-Stampfmaschine.	Gültig.
71827	23. Februar 1893	Fliegel, H., Berthelsdorf b. Reibnitz: Riemenscheiben-Formmaschine.	Erloschen.
71825	10. Februar 1893	Druzba, Th., Ottensen-Altona: Stichlochverschluss für Schmelzöfen.	desgl.
71824	7. Januar 1893	Badische Maschinenfabrik und Eisengiesserei vorm. G. Seebold und Seebold & Neff, Durlach: Gussputzmaschine.	Gültig.
71823	6. Januar 1893	Jahn, W., u. E. Beutl in Nadrág, Ung.: Formmaschine mit auf und ab bewegbarem Presskörper und verschiebbarem Wagen.	desgl.

70878	7. März 1893	Black, F. X., Hamilton, Ohio, V. St. A.: Gussform für geschlossene Cylinder.	Gültig.
70696	9. März 1893	Eisenwerk Hirzenhain H. R. Buderus, Hirzenhain: Formmaschine.	desgl.
70303	23. Juli 1892	Krieger, W., Wien I.: Maschine zum Einformen der Seitentheile runder eiserner Oefen.	desgl.
70098	23. Juli 1892	Krieger, W., Wien I: Maschine zum Einformen der Füsse runder eiserner Oefen.	desgl.
69958	10. Januar 1893	Ziegler, W., Haspe i. Westf.: Einrichtung zum Giessen von Stahl.	Erloschen.
69698	17. December 1892	Flink, C., Mannheim, Schablonenformmaschine.	desgl.
69689	16. November 1892	Rein, L., und A. Wiegel, Bautzen: Formmaschine für Riemenscheiben u. dergl.	desgl.
69686	4. November 1892	Schneider, R., Düsseldorf: Zahnräder-Formmaschine.	Gültig.
69685	2. November 1892	Kramer, H., Potsdam: Verfahren und Vorrichtung zum Formen von Riemenscheiben und anderen Rotationskörpern.	Erloschen.
69319	30. September 1892	Piehl, O. E., Lugau i. Erzgeb.: Verstellbares Modell zur Herstellung von Riemenscheibenformen.	desgl.
69174	15. October 1892	Schürmann, E., Kötzschenbroda b. Dresden: In einer Stanzpresse erzeugte Hohlkerne für Giessereizwecke.	Gültig.
68483	27. Juli 1892	Simpson, W. S., Surrey, Engl.: Vorrichtung zum Giessen im luftverdünnten Raume.	Erloschen.
67952	24. Juni 1892	Eisengiesserei-Actien-Gesellsch. vorm. Keyling & Thomas, Firma, in Berlin: Formverfahren für getheilte Riemenscheiben.	Gültig.
67932	15. April 1892	Epstein, L., East Twickenham, County of Middlesex: Gussform zur Herstellung von mit Rippen versehenen Elektrodenplatten für Sammelbatterien.	desgl.
67798	11. September 1892	Vom Bruck, F. C., Velbert, Rheinpr.: Formmaschine mit umlegbarer Modellplatte.	Erloschen.
67359	7. August 1892	Jelkmann, A., Berge-Borbeck: Verfahren, Formkasten für verschiedene Rohrweiten verwendbar zu machen.	desgl.
67350	3. Juli 1892	Frank, J., Barmen-Rittershausen: Verfahren zur Erzielung poren- und schlackenfreien Gusses.	desgl.
67048	7. October 1891	Janson, W., Zeitz: Formkasten zum Einformen der Radspeichen in der Radnabenform.	desgl.

67044	19. September 1890	Piat, A., Paris: Schmelzofen.	Gültig.
67035	21. Juni 1892	Hill, J., in Stockton und Ch. Hodgson in Middlesbrough, Engl.: Ingot-Giessform.	Erloschen.
66904	20. Mai 1892	Kaeferle, F., Hannover: Giessen von Wasserabscheidern.	Gültig.
66386	18. December 1891	Polster, A., Bautzen: Verbundguss.	Erloschen.
66204	16. Januar 1892	Charlet, Ad., u. Pierret, Brüssel: Formverfahren für Achsbüchsen mit Hartgusslauffläche und Schmiernuthen in derselben.	desgl.
66090	6. Mai 1892	Seelhoff, R., Witten a. d. Ruhr: Form zur Herstellung von Verbundgussstücken aus Flussstahl bezw. Flusseisen.	desgl.
66078	9. December 1891	Eisenindustrie zu Menden u. Schwerte, Act.-Gesellsch., Firma in Schwerte a. d. Ruhr: Giessflaschengruppe zum Giessen von Stahlblöcken.	desgl.
65991	29. April 1892	Reusch, H., Ob.-Bergrath a. D., Kirchheim u. Teck: Gussform zum Stehendgiessen von Walzen.	desgl.
65678	8. April 1892	Haubold jun., C. G., Chemnitz: Vorrichtung zur stückweisen Herstellung der Form von Rotationskörpern (Rädern, Riemenscheiben, Seilrollen u. dergl.).	desgl.
65615	31. März 1892	Witte, F., Berlin: Verfahren u. Vorrichtung zur Herstellung von Formen aus Sand, Masse u. dergl. auf pneumatischem Wege.	desgl.
65592	10. December 1891	Taussig, E., Bahrenfeld, Holstein: Einrichtung zum Schmelzen u. Giessen im luftverdünnten Raum. (Zus. zum Pat. Nr. 52650.)	Gültig.
65565	27. März 1892	Schmidt, G. P., in Firma Webstuhlfabrik und Eisengiesserei John Lockwood, Meerane i. S.: Maschine zum Formen von Riemenscheiben, Rädern, Ringen u. dergl.	desgl.
65555	19. Februar 1892	Bollmann, F., Smichow b. Prag: Kernformmaschine. (2. Zus. zum Pat. Nr. 57699.)	desgl.
65547	15. December 1891	Reuther, C., in Firma Bopp & Reuther, Mannheim: Formpresse. (Zus. zum Pat. Nr. 59727.)	desgl.
64831	5. Mai 1891	May, W. E., London: Einrichtung zum Giessen von Metallen unter Luftverdünnung.	desgl.
64628	16. Mai 1891	Dalifol, M., Paris: Formmaschine.	Erloschen.
64552	3. Februar 1892	Zilch, A., Offenbach a. M.: Kernformmaschine. (Zus. zum Pat. Nr. 60427.)	desgl.
64544	13. October 1891	Jaeger, G. u. J., Elberfeld: Vorrichtung zum Ein- und Feststellen von Kernen.	desgl.

63538	28. Juli 1891	Hens, W., Iserlohn: Giessform für Schilder.	Erloschen.
63336	7. October 1891	Madden, A. F., Newark, Staat New York, V. St. A.: Maschine zum Giessen von Gitterplatten für Sammlerbatterien.	desgl.
63330	8. September 1891	Lane, H., Birmingham, Grfsch. Warwick, und Th. Foerster, Berlin: Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Metallcylindern, Röhren, Geschossen u. dergl. durch Centrifugalguss. (Zus. zum Pat. Nr. 62034).	desgl.
62754	29. Januar 1890	Kämpe, C., Braunschweig und Göhmann, Braunschweig: Cupolofen.	desgl.
62707	25. März 1891	Hinsdale, W. R., Newark, New Jersey: Verfahren zum Giessen von Blöcken. (Zus. zum Pat. Nr. 59265.)	desgl.
62034	1. September 1891	Lane, H., Birmingham, Grafsch. Warwick und E. Th. Foerster, Berlin: Verfahren und Einrichtung zum Giessen von Röhren.	desgl.
62033	25. August 1891	Richter, R., Gablonz a. N.: Pneumatisches Sandformverfahren.	desgl.
62032	29. Juli 1891	Rolle, H. R., Lollar, Hessen: Excenter-Formmaschine.	desgl.
61537	21. Mai 1891	Briehl, H., Dorsten i. W.: Cupolofen mit Gestellkühlung.	Gültig.
60769	15. April 1891	Weber, F., Hannover - List: Formmaschine.	Erloschen.
60427	18. April 1891	Zilch, A., Offenbach a. M.: Maschine zur Herstellung von Kernformen.	desgl.
60284	10. Juni 1890	Reusch, H., Ob.-Bergrath a. D., Jenbach, Tirol und B. Preu, Judenburg, Steiermark: Verfahren zum Kühlen eiserner Schalen.	desgl.
60204	28. Juni 1891	Badische Maschinenfabrik und Eisengiesserei vorm. G. Seebold und Seebold & Neff in Durlach, Baden: Formmaschine.	Gültig.
60057	7. März 1891	Neill, J., Sheffield, Engl.: Form für Verbundgussstücke.	Erloschen.
60056	14. Februar 1891	Bollmann, F., Smichow b. Prag: Kernformmaschine. (Zus. z. Pat. Nr. 57699.)	Gültig.
59772	18. September 1890	Versen, B., Dortmund: Stampfer.	Erloschen.
59727	24. April 1891	Reuther, C., Mannheim: Formpresse.	Gültig.
59715	11. März 1891	Höper, G., Iserlohn: Verfahren zur Herstellung ringförmiger Gussstücke. (Zus. zum Pat. Nr. 54056.)	desgl.
59265	7. Januar 1891	Hinsdale, W. R., Newark, New Jersey: Verfahren zum Giessen von Blöcken.	Erloschen.
59934	9. Februar 1890	Wallani, B., Merzweiler b. Hagenau, Elsass: Formverfahren.	desgl.

58908	26. Februar 1891	Taussig, E., Bahrenfeld, Holstein: Apparat zum Schmelzen und Giessen im luftverdünnten Raume. (Zus. z. Pat. Nr. 52650.)	Erloschen.
58358	18. November 1890	Bott, J. E., in Eyam, Engl.: Herstellung von Geschützrohren.	desgl.
57700	9. Januar 1891	Vogel, W., Ludwighafen a. Rh. und F. Puse, Frankenthal: Formkasten.	desgl.
57699	21. December 1890	Bollmann, F., in Smichow b. Prag: Kernformmaschine.	Gültig.
56205	12. August 1890	Herbertz, F. A., Köln a. Rh.: Schmelzofen mit Dampfstrahl (patentirt in Klasse 18).	Erloschen.
56028	9. Mai 1890	Gut, J., Cannstatt, Württemb.: Formmaschine für ovale und zweitheilige Räder.	desgl.
55994	15. October 1890	Grusonwerk, Magdeburg-Buckau: Formmaschine zur Herstellung von Schrauben.	desgl.
55940	2. September 1890	Heckmann, C., Duisburg: Dünnwandige Hohlkerne für Giessformen.	Gültig.
55884	25. Mai 1890	Leydel, G., Aachen: Giessvorrichtung.	Erloschen.
55718	4. Mai 1890	Ambler, W., Bradford: Vorrichtung zum Giessen hohler Gegenstände.	desgl.
54918	13. Juni 1890	Haenel, W., Haspe i. Westf.: Verfahren und Einrichtung zum Giessen von unten.	Gültig.
54857	29. April 1890	Ehrhardt, W. Th., Mannheim: Formkasten.	Erloschen.
54371	15. December 1889	Correns, E., Berlin NW.: Verfahren und Vorrichtung zum Formen von Gittern.	Gültig.
53958	8. Mai 1890	Rheinisch-Nassauische Bergwerks- und Hütten-Act.-Ges. Stollberg: Giesstisch.	Erloschen.
53433	30. October 1889	Taylor, F. D., Brockville, Canada: Gussform.	desgl.
53431	6. Februar 1890	Kiesel, C., in Firma G. A. Kiesel, Heilbronn: Herstellung von Gussformen.	desgl.
53268	6. December 1889	Brunelli, C., in Pesaro, Italien: Formkasten und Herstellung desselben.	desgl.
52995	11. Februar 1890	Herbertz, F. A., Köln a. Rh.: Schmelzofen mit Dampfstrahl.	desgl.
52992	21. Januar 1890	Herbertz, F. A., Köln a. Rh.: Schmelzofen mit Dampfstrahl.	desgl.
52723	11. Februar 1890	Neusser Eisenwerk Daelen & Senff, Heerdt a. Rh. b. Neuss: Giesspfanne mit pendelartiger Aufhängung.	desgl.
52650	3. December 1889	Taussig, E., Bahrenfeld, Holstein: Verfahren und Apparat zum Schmelzen und Giessen im luftverdünnten Raume.	Gültig.

52644	31. October 1889	Herbertz, F. A., Köln a. Rh.: Schmelzofen (Klasse 18).	Erloschen.
52516	3. November 1889	Hadfield, R. A., Sheffield, Engl.: Verfahren zur Herstellung von Schalenguss.	desgl.
52332	19. November 1889	Sebenius, J. L., Stockholm: Gussverfahren vermittelst Centrifugalkraft.	desgl.
51704	30. März 1889	Fleck, C. L. W., Lindenau-Leipzig: Formverfahren für Rotationskörper.	desgl.
51439	15. October 1889	Schlegtendal, F., Duisburg a. Rhein: Sandstreuvorrichtung.	desgl.
51339	8. September 1889	Patrick, J., Frankfurt a. M.: Formsand. (Zus. zum Pat. Nr. 48701.)	desgl.
51214	30. Juni 1889	Wilhelmshütte, Waldenburg, Schles.: Trockenofen für Gussformen.	Gültig.
50453	2. September 1888	Hahn, D., u. C. F. Krone, in Stockerau: Nied.-Oestr.: Formmaschine.	Erloschen.
50354	26. März 1889	Breitfeld, G., Hammergut Wittigsthal b. Johanngeorgenstadt i. S.: Formplatte.	desgl.
50223	2. Juni 1889	Leeder, Fr. G., in the Cottage Dalmuir Dumbartonshire, England: Formmaschine.	Gültig.
49958	6. April 1889	Müller, J., Burbach, Rheinpreussen: Formverfahren.	Erloschen.
49776	28. August 1888	Laissle, H., Reutlingen: Riemenscheiben-Formmaschine.	Gültig.
49689	14. Februar 1888	Kudlicz, W., Prag-Bubna und J. Ahlemeyer in Bilbao: Verfahren zur Herstellung von Rohrformen.	Erloschen.
48701	21. Februar 1888	Patrick, J., Frankfurt a. M.: Formsand.	desgl.
48512	19. Februar 1889	Mehler, W., Damm b. Neudamm: Herstellung von Achsbüchsen.	desgl.
48393	11. December 1888	Rost, C., Dresden: Einrichtung und Verfahren zum Zusammenschmelzen von kohlenstoffarmen Eisensorten mit Gusseisen (Klasse 18).	desgl.
48259	23. Januar 1889	Köhler, F., Augsburg: Vorrichtung zum Formen zweitheiliger Riemenscheiben.	desgl.
47621	1. Juli 1889	Leman, Th., in Nottingham, Engl.: Reinigungsverfahren für geschmolzenes Eisen.	desgl.
47357	27. November 1888	Köttgen & Co., H., Bergisch-Gladbach b. Köln a. Rh.: Giesstiegelscheere.	desgl.
47354	30. September 1888	Polchau, G., Hirzenhain, Oberhessen: Windzuführung an Cupolöfen.	desgl.
47112	4. Juli 1888	Handry-Ronfosse, C., in Seraing, Belg.: Giessform.	desgl.
46167	1. Mai 1888	Haelbig, G., Sonneberg, Thür.: Stürzguss.	desgl.
46146	1. Mai 1888	Pönninger, F., Professor, Wien IV.: Formen für Kunstguss.	desgl.

46 022	29. April 1888	Gallas, P., Frankfurt a. M.: Schäumapparat für Giesserei.	Erloschen.
45 281	15. April 1888	Von Querfurt, Horst Edler, Schönheide i. Sachs.: Tiegelschmelzofen.	desgl.
44 894	20. December 1887	Gallas, P., Frankfurt a. M.: Herstellung von Kern- und Formsand.	desgl.
44 606	2. November 1887	Johnson, J. Y., London: Neuerung an der durch Patent Nr. 33 887 geschützten Metallform zum Giessen von Stahlrädern.	desgl.
44 291	30. October 1887	Pinka, L., Königgrätz: Form- und Giessvorrichtung für Rohre.	desgl.
44 119	20. December 1887	Gallas, P., Frankfurt a. M.: Verstellbare Führungsstifte an Formkasten.	desgl.
43 878	15. Juni 1887	Hansen, J., Helsingör: Cupolofen (Klasse 18).	desgl.
43 718	1. October 1887	Potthoff, W., in Firma Potthoff & Flume, Louisenhütte b. Lünen a. d. Lippe: Nachgiebiger Untersatz für Formkästen. (Zus. zum Pat. Nr. 35 871.)	desgl.
43 407	10. Juni 1887	Moore, M. R., Indianopolis, Indiana, V. St. A.: Formmaschine mit unabhängig von einander bewegten Stampfern.	desgl.
43 347	4. September 1887	Anthon & Söhne, Flensburg, Schleswig-Holstein: Riemenscheiben-Formmaschine.	Gültig.
42 970	6. September 1887	Bongardt, Friedr., Duisburg: Scharnierschale.	Erloschen.
42 891	15. Februar 1887	Wheeler, E., Boston, Staat Massachusetts, V. St. A.: Herstellung leichter Gussstücke.	desgl.
42 775	22. März 1887	Mc. Kechnie, A. E., Lynn, St. Massachusetts, V. St. A.: Verfahren zur Herstellung von Wasserverschlüssen.	desgl.
42 234	20. März 1887	Denison, G. H., u. W. Ward, Leeds: Herstellung von Rädern und Scheiben, welche mit den Achsen aus einem Stücke gegossen werden.	desgl.
42 009	27. Juli 1886	Moore, M. R., Indianopolis, Indiana, V. St. A.: Formmaschine mit unabhängig von einander wirkenden Stampfern.	desgl.
41 937	23. Februar 1887	Thien, K., Warschau: Formverfahren.	desgl.
41 680	22. Februar 1887	Outerbridge jun., A. E., Philadelphia: Formverfahren für Muster.	desgl.
41 575	30. März 1887	Guntz, G., in Wilkesbarre, Pennsylvanien, V. St. A.: Drehscheibe und Sandschütter an Formmaschinen.	desgl.
41 276	5. Februar 1887	Gut, J., Cannstatt: Gestell zu einer Räderformmaschine.	desgl.

40919	28. September 1886	Illingworth, J., Newark, New Jersey, V. St. A.: Form zum Giessen von Verbundblöcken.	Erloschen.
40900	15. Februar 1887	Wheeler, E., Boston, Staat Massachusetts, V. St. A.: Verfahren zur Herstellung von Verbundgussblöcken.	desgl.
40289	8. Januar 1887	Hogenforst, A., Leipzig: Graphitirmaschine.	desgl.
40006	19. September 1886	Schudel, Dr., S., Traisen, Nied.-Oestr.: Formmaschine zur Herstellung von Sandformen.	desgl.
39988	27. Juli 1886	Moore, M. R., Indianopolis, Indiana, V. St. A.: Formmaschine.	desgl.
39605	5. November 1886	Schneider, R., Düsseldorf: Transportabler Gusseinlauf.	desgl.
39340	1. September 1886	Bauke, G., Berlin NO.: Glühofen mit doppeltem Herde.	desgl.
36162	20. Januar 1886	Potthoff, W., in Firma Potthoff & Flume in Louisenhütte b. Lünen a. d. Lippe: Einrichtung zur Herstellung von Gussstücken.	desgl.
36124	16. December 1885	Von Querfurt, Horst Edler, Schönheide in Sachsen: Temperofen.	desgl.
35871	12. December 1885	Potthoff, W., in Firma Potthoff & Flume in Louisenhütte b. Lünen a. d. Lippe: Nachgiebiger Untersatz für Formkästen.	desgl.
34809	14. Juli 1885	Breyvogle, W. L., in Louisville, State of Kentucky, V. St. A.: Formmaschine.	desgl.
34615	14. September 1884	Breslauer, E., und C. Schlickeysen, Berlin: Verfahren und Maschine zum Pressen von Formmassen.	desgl.
33887	9. Juni 1885	Sellers, W., Philadelphia, Pennsylv., V. St. A.: Neuerung an Metallformen zum Giessen von Stahlrädern.	desgl.
33325	8. April 1885	Stamm, O. H., Sülz b. Köln a. Rh.: Formverfahren zur Fabrikation von Gussnägeln. (II. Zus. zum Patent Nr. 24440.)	desgl.
33212	28. März 1885	Greiner, A., u. Th. Erpf in Chisnowoda, Ungarn und Fritz W. Lürmann, Osnabrück: Cupolofen mit getrennter Verbrennung des Kohlenoxydgases (Klasse 18).	Gültig.
32959	14. October 1884	Nordenfelt, Th., London, Engl. und C. G. Wittenström, Motala, Schweden: Gedeckter Giesslöffel.	Erloschen.
32582	31. Januar 1885	Giles, F. Th., Bedminster b. Bristol, Engl.: Herstellung von Giessformen für Nägel mit Stiften aus schmiedbarem Eisen.	desgl.
32581	27. Januar 1885	Moeller, J., Würzburg: Formsand für Flusseisengussstücke.	desgl.

32580	23. Januar 1885	Hahn, F., Laasphe i. Westfalen: Verfahren zur Herstellung von Sandformen.	Erloschen.
32243	14. October 1884	Nordenfelt, Th., London, England und C. G. Wittenström, Motala, Schwed.: Gekühlte Gussform.	desgl.
30737	23. August 1884	Försterling, H., Charlottenburg und C. Jahn, Berlin: Formverfahren zur Herstellung von Flanschröhren mit eingegossenen Schraubenlöchern.	desgl.
29840	25. Juni 1884	Körting, E., Hannover: Formmaschine.	desgl.
29539	9. Mai 1884	Herbertz, F. A., Köln a. Rh.: Schmelzofen mit Dampfstrahl (Klasse 18).	Gültig.
29457	2. Mai 1884	Wurmbach, J., Bockenheim-Frankfurt a. M.: Formtisch mit Einsatzkörper zum Formen von Riemenscheiben unter Anwendung einstellbarer Modellringe.	desgl.
28501	26. Februar 1884	Briegleb, Hansen & Co., Gotha: Formmaschine.	Erloschen.
28032	22. Januar 1884	Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Act.-Gesellsch., Berlin: Formverfahren für getheilte Riemenscheiben und Räder.	Gültig.
26417	21. Januar 1883	Hertzog, G., Paris: Gesammtordnung von Vorrichtungen zum kontinuirlichen Formen, Trocknen und Giessen bei der Modellgiesserei.	desgl.
25250	23. Januar 1883	Hertzog, G., Paris: Formmaschine für Maschinentheile von verschiedener Höhe.	desgl.
24440	14. Januar 1883	Stamm, O. H., Cassel, Hessen: Formverfahren zur Fabrikation von Gussnägeln.	Erloschen.
23561	24. December 1882	Diefenthäler, A., Mannheim: Apparat zum Mischen und Sieben von feuchtem Modellsand.	desgl.
22766	23. Februar 1882	Sebold, J. G., u. F. Neff, Karlsruhe: Neuerungen an Formmaschinen.	desgl.
15570	16. Januar 1881	Ugé, W., Dortmund: Formmaschine.	desgl.
15271	8. April 1881	Woolnough, G., u. F. Dehne, Halberstadt: Neuerung an Modellplattenrahmen. (Zus. zum Pat. Nr. 8669.)	desgl.
13163	2. März 1880	Whitley, J., Leeds, England: Vorrichtungen zur Herstellung von Gussstücken aus Stahl und anderem Metalle in rotirenden Gussformen.	desgl.
9757	14. September 1879	Jaeger, J., Elberfeld: Neuerungen an den Vorrichtungen zum Formen von Lagerkasten für Eisenbahnwagen und von Kernstücken dazu. (Zus. zum Pat. Nr. 2747.)	desgl.

9713 10830	9. September 1879 11. März 1880 (Zusatzpatent)	Ibrügger, A., Wittwe, geb. Davidis, M. J. E. Silomon, geb. Ibrügger u. Clara Charlotte Ibrügger, Norden, Ostfriesland: Neuerungen an Cupolöfen und Verfahren zum Verschmelzen von Rohr- und Schmiedeeisen in derselben (Klasse 18).	Erloschen.
8669	1. Februar 1879	Woolnough, G., u. F. Dehne, Halberstadt: Neuerungen an Modellplatten und in dem Verfahren zur Herstellung derselben.	desgl.
8390	26. Juli 1879	Sebold & Neff, Durlach, Baden: Neuerungen an Formmaschinen.	desgl.
5617	28. Februar 1878	Woolnough, G., u. F. Dehne, Halberstadt: Hydraulische Formmaschine.	desgl.
3545	28. Mai 1878	Gebrüder Arndt & Co., Berlin: Giessmaschine für Regletten.	desgl.
2747	24. März 1878	Jaeger, J., Elberfeld: Vorrichtungen zum Formen von Lagerkasten für Eisenbahnwagen und von Kernstücken dazu.	desgl.
1391	3. Juli 1877	Woolnough, G., u. F. Dehne, Halberstadt: Neue Formmaschine und Verfahren zur Herstellung der auf dieser Maschine benutzten Modellplatten.	desgl.

REGISTER.

A.

Abel, W., Räderformmaschine II, 351.
Abfallverwendung II, 433.
Abnahme der Gusswaaren II, 619.
Absanden von Gusssachen II, 517.
Aichmetall I, 333.
Alfenide I, 329.
Allweiler, G, Formplattenmaschine II, 372.
Alpacca I, 329.
Alpaccasilber I, 345.
Aluminium und Kupfer, Legirung I, 262.
Aluminiummessing I, 343.
Aluminiumsiliciumneusilber I, 344.
Ammoniumcarbonat als Emaillirmaterial II, 455.
Anbrand des Roheisens I, 133.
Anlage und Einrichtung der Giessereien, s. Anordnung.
Anlauffarben zur Verschönerung von Gusswaaren II, 516.
Annahme der Bestellungen II, 617.
Anordnung und Einrichtung der Giessereien II, 594.
 Bauausführung II, 598.
 Grundrissbildung II, 596.
 Lage II, 597.
 Platzwahl II, 594.
 Umfang II, 595.
Anstriche: Aesthetik derselben II, 438.
 Farbenwahl II, 439.
 Herstellung II, 440. 516.
Anthracitcupolöfen in Nordamerika II, 63.
Antimonlegirungen, verschiedene I, 286. 376.
Arbeitsbücher in Giessereien II, 617.
Arbeitsverträge der Gedinge II, 604.
Arche & Hassack, Patinauntersuchungen I, 313.
Argentan I, 329.
Arguzoïd I, 345.
Arsenlegirungen, verschiedene I, 286.
Ashberrium I, 373.
Aufderheide (und Gallas) Formmaschine II, 409.
Aufgebevorrichtungen der Giessereien I, 682.
Aufzüge I, 686.
Ausführung der Bestellungen II, 617.

B.

Backkohlen, kurzflammige I, 450; mittlere I, 449; langflammige I, 448.
Bathoofenbetrieb II, 88.
Bauausführung der Giessereien II, 598.
Bauer, Patinabildung I, 314.
Bauguss, einschliesslich Treppen II, 508.
Bayenthal b. Köln, Röhrenfabrikation II, 495.
Becker, C., elektrische Krahne I, 706.
Becker, Kleinconverter II, 100.
Bède, s. Byström. 716.
Berlin, ältere Cupolofenbetriebe II, 24.
Berlin, Flammofenbetrieb II, 75.
Beschlags- und Zusammensetzungsarbeiten II, 434.
 Balkon- u. a. Bauanlagen II, 437.
 Gitter II, 435.
 Treppen II, 436.
Besson, Cupolofen mit Generator I, 547.
Bestellungsannahme II, 617.
Bestellungsbücher II, 617.
Betrieb der Giessereien, allgemeiner Verlauf II, 2; Einleitung II, 1;. Stofftheilung II, 2.
Betriebsberichte II, 626.
Betriebsorganisation (der Giessereien) II, 600.
Betriebsreform, Vorschläge zu einer II, 602.
Bettendorff & Wüllner, Versuche über Wärmecapacität des Roheisens I, 103.
Bichon, Cupolofen I, 552.
Bidryarbeiten in Ostindien I, 361.
Bildwerke, monumentale I, 290.
Blei- und Kupferlegirungen I, 261.
Blei- und Zinnlegirungen I, 369.
Blumiges Floss I, 19.
Bochumer Verein II, 530.
Bolckow & Vaughan, Röhrendammgruben mit Trockenvorrichtung II, 501.
Bolle, J., Walzengiessmethode II, 532.
Bor, Legirung mit Kupfer I, 286.
Borax als Emaillirmaterial II, 455.

Bothe, Schwimmen des Eisens I, 155.
Boult, Cupolofen I, 547.
Bower, Centrifugalgiessmaschinen II, 591.
Brandt, Eisenbauten II, 169.
Braunkohle I, 442.
Brennstoffe, feste I, 433; flüssige I, 461; gasförmige I, 462.
Briegleb (B., Hansen & Co.), Räderformmaschinen II, 350.
Britanniametall I, 372.
Britanniametall-Darstellung I, 374.
Broncen, echte, aus Kupfer und Zinn I, 243.
Bildnissbroncen I, 243.
Geschützbroncen I, 233.
Glockenbroncen I, 250.
Maschinenbroncen I, 247.
Spiegelbroncen I, 252.
Unechte aus zusammengesetzten Kupferlegirungen I, 288.
Bronciren der Gusswaaren II, 442. 516.
Brown, Formmaschinen für Schienenstühle II, 306.
Brückenwinden I, 709.
Brüll, schmiedbarer Guss II, 569.
Brüsseler Broncegesellschaft, Formverfahren für Bildnissguss II, 294.
Buchführung, technische, der Giessereien II, 600. 623.
Byström und Bède, Arbeiten zur Bestimmung der Wärmecapacität des Roheisens I, 105.

C.

Calebasseöfen I, 498.
Calvert & Johnson, Legirungen I, 262.
Centrifugalgiessmaschinen II, 591.
Centrifugalventilatoren, s. Ventilatoren.
Chabottenguss II, 519.
Chamberlain, erste Formplattenmaschine II, 368.
Chemnitz, Cupolöfen, Betrieb II, 35.
Chinasilber I, 345.
Choindez, L. v. Roll'sche Eisenwerke Röhrenfabrikation II, 493.
Christofle, Aluminiumbronce I, 263.
Clarenbach, Tubbingformmaschine II, 381.
Claridge & North. Bilston, Walzendrehbank II, 539.
Classification der Gusswaaren II, 620.
Clichirlegirungen I, 379.
Cochrane, Kernspindel für Röhren II, 305. 502.
Probirvorrichtung II, 506.
Cokes I, 444. 455.
Colburn, Zerah, Hartgussräder II, 558.
Converterbetriebe und ihre Producte I, 192.
Desgl. für Giessereizwecke I, 592.
Coquillen, Darstellung für Hartguss II, 236.
Cowles, Gebr., Aluminiumbronce I, 263.
Cramer, Vergleich der verschiedenen Röhrenfabrikationsmethoden II, 497.
Cupolofenbau und Construction I, 501.
Dampfstrahlanwendung I, 563.
Futter, gewöhnliches I, 508; basisches und Kohlenstein- I, 578.
Profil I, 513.
Rüstung I, 502.
Winderhitzung I, 681.
Windschlitze I, 539.
Cupolofenbeispiele:
Alte Formen I, 497.
Neuere Constructionen I, 501.
Besson I, 547.
Bichon I, 552.
Blansko I, 530.
Boult I, 547.
Canham I, 563.
Dirschau I, 523.
Dufréné I, 547.
Erpf (u. Greiner) I, 552.
Fauler I, 539.
Gmelin I, 575.
Greiner (u. Erpf) I, 552.
Hamélius I, 552.
Hansen I, 558.
Herbertz I, 563.
Hinton I, 531.
Ibrügger I, 558.
Ireland I, 531.
Königin Marienhütte I, 526.
Krigar I, 542. 558.
Mackenzie I, 539.
Maillard, I, 519.
Rost I, 558.
Schmahel, I, 505.
Spandau I, 529.
Thomas I, 575.
Voisin I, 552.
Wedding, W. I, 527.
Winter I, 573.
Witkowitz I, 530.
Woodward I, 563.
Zintgraff I, 563.
Cupolofenbetrieb. Allgemeines II, 10.
Anwärmen II, 12.
Aufgeben II, 17.
Füllen II, 12.
Niederblasen II, 17.
Windführung II, 16.
Cupolofenbetrieb: Beispiele II, 21.
Aelteste Betriebe nach Hassenfratz II, 22; Karsten II, 22; Launay II, 22; Monge II, 22.
Berlin II, 24.
Chemnitz II, 35.
Englische Oefen II, 42.
Französische Oefen II, 42.
Gleiwitz II, 23. 26.
Greiner & Erpföfen II, 56.
Haméliusöfen II, 54.
Harzer Werke II, 38.
Herbertzöfen II, 58.
Ibrüggeröfen II, 57.

Cupolofenbetriebe: Beispiele (Forts.).
Irelandöfen II, 43.
Königin Marienhütte II, 33.
Krigaröfen II, 50.
Lauchhammer II, 36.
Magdeburg II, 41.
Nordamerikanische (Anthracitcupolöfen) II, 63.
Saynerhütte II, 23.
Tangerhütte II, 40.
Cupromangan, Manhés' I, 274.

D.

Dammgruben, beständige I, 745; gewöhnliche I, 742.
Dampfstrahl-, s. Cupolöfen, Bau und Betrieb.
Darrkammern I, 736.
Davenport, Russel, Versuche über schmiedbaren Guss II, 570.
Dehne und Woolnough, Formplattenmaschinen II, 358; Neuerungen daran II, 363.
Delattre, s. Walrand.
Deltametall I, 332.
Denison (u. Ward), Räderformmaschine II, 355.
Deny, Schmelzung im Cupolofen II, 129.
Wärmecapacität des Roheisens I, 103.
Ders., Schmelzwärmen verschiedener Eisensorten I, 123.
Depierre, Untersuchungen von Zeugdruckwalzenmetall I, 325.
Diamantfarbe als Anstrich der Gusswaaren II, 516.
Dick, Alex., Deltametall I, 333.
Dürre, Bearbeitung der Reinhardt'schen Untersuchungen über Formsande I, 396.
Ders., Spannungen im Eisenguss I, 161.
Ders., Versuche, betr. das Schwimmen des Eisens I, 155.
Dirschau, Cupolofen I, 523.
Döhn, Stampfmaschine für Geschosse II, 401.
Downie & Shanks, Formmaschinen für Röhren II, 304.
Dufréné, Cupolofen mit Generator I, 547.

E.

Eck, Eisenbauten II, 169.
Eck, Gasflammofenbetrieb II, 96.
Eckardt, Gasflammofenbetrieb II, 86.
Edelmetalle, Legirungen derselben I, 379.
Edlach, Hartwalzenguss II, 536.
Ehrenwerth, J. v., neuere amerikanische Hartgussräderschalen II, 559.
Eindämmen der Formen, Vorrichtungen dazu I, 741.
Ein- und Umgiessen II, 585.
Eisen, s. Roheisen.
Eisenerze, Reductibilität I, 17.
Eisenfabrikate, zum Giessereibetrieb verwendbare I, 182.
Eisenhochofen, s. Hochofen.
Eisenhochofenbetrieb, Uebersicht I, 12.
Eisenlegirungen mit Kupfer I, 269; mit Zink s. Deltametall.
Eisenschwamm als Reductionsproduct I, 17.
Eisensorten, ihre Entstehung I, 19.
Elder, Formmaschinen II, 302.
Elektrisches Schweissverfahren, zum Flicken fehlerhafter Gussstücke gebraucht II, 430.
Elsner, Formsanduntersuchungen I, 395.
Elster, Manganbroncen I, 276. 341.
Patinaversuche I, 296.
Emaillen für Gusswaaren:
Bestandtheile: basische II, 454; neutrale oder zusätzliche II, 455; saure II, 453.
Constitution und Zusammensetzung II, 453.
Darstellung II, 459.
Deck- oder Schlussmasse II, 461.
Grundmasse II, 460.
Zubereitung II, 465.
Emaillirarbeiten:
Auftragen der Grundmasse II, 470.
Auftragen der Glasur oder Deckmasse II, 474.
Einbrennen der Glasur- oder Deckmasse II, 475.
Einbrennen der Grundmasse II, 473.
Schwärzen und Theeren der Waaren II, 476.
Trocknen der gebeizten Stücke II, 471.
Emailliren oder Glasiren der Gusswaaren II, 450. 514.
Emaillirmaterialien und ihre Vorrichtung II, 456.
Emaillirvorrichtungen I, 765.
England, Cupolofenbetriebe II, 42.
Englischer Formsand I, 413.
Englische Gussstahldarstellung I, 203.
Englische Roheisensorten s. Roheisen.
Erpf, Cupolöfen I, 552. II, 56.

F.

Fairbairn, Versuch, betreffend die Wirkung wiederholten Umschmelzens des Roheisens I, 95.
Fairbairn (& Hetterington), Formmaschine für Röhren II, 301.
Fallwerke I, 692.
Fauler, Cupolofen I, 539.
Feinguss s. Kunstguss.
Felbinger, Scott's Räderformmaschine II, 343.
Feldspath als Emaillirmaterial II, 453.
Felsittuffe s. Formmassen.
Ferroneusilber I, 332.

Ferrosilicium I, 41.
Festigkeit, s. die einzelnen Metalle und Legirungen.
Festigkeitsänderungen:
Bronce I, 242, 262.
Roheisen I, 93.
Fette Sande I, 93.
Fielding & Platt, Röhrenpresse II, 507.
Fischer, Methode der Gusseisenabfallverwerthung II, 592.
Flammöfen:
Allgemeines I, 583.
Abstich I, 593.
Bauart, Details I, 584.
Esse I, 595.
Ofenfutter I, 606.
Profilentwickelung I, 618.
Rost I, 594.
Rüstung I, 586. 606.
Thüreinrichtungen I, 589.
Visire I, 592.
Einzelausführungen:
Fort Pitt I, 639.
Gleiwitz I, 626.
Königshütte I, 638.
Königin Marienhütte I, 637.
Mariazell I, 635.
Neustadt am R. I, 633.
Spandau I, 628.
Staffordshire I, 634.
Wasseralfingen I, 637.
Westpoint I, 633.
Witkowitz I, 633.
Wöhlert I, 635.
Gasfeuerungen I, 642.
Halbgasfeuerungen nach Boëtius u. s. w. I, 643.
Regenerativofen:
nach Batho I, 651.
„ Eckardt I, 649.
„ Siemens I, 646.
Flammofenbetrieb mit directer Feuerung [II, 66.
mit Gasfeuerung II, 85.
Flammofenbetrieb, Einzelheiten:
Abstechen II, 72.
Auswahl des Materials II, 67.
Beispiele:
Berlin II, 75.
Frankreich II, 83.
Gleiwitz II, 75.
Königin Marienhütte II, 81.
Saynerhütte II, 80.
Schweden II, 82.
Spandau II, 81.
Steiermark II, 82.
Besetzen II, 69.
Brennstoffe II, 73.
Feuerbehandlung II, 70.
Gasflammöfen:
Eck II, 86.
Eckardt II, 96.
Schoenwälder II, 89.
Siemens, ältere II, 88.
Siemens mit Bathoröhren II, 88.
Siemens, neuere II, 93.
Geräthschaften II, 74.
Inbetriebsetzung II, 70.
Nebenarbeiten II, 74.
Ofenprofil und sein Einfluss II, 73.
Schmelzen II, 71.
Flammofenflusseisen und -stahl I, 191.
Flammofenschweisseisen und -stahl I, 195.
Flicken und Flickmaterial für Fehler in der Gusswaare II, 430.
Floss, luckiges und blumiges I, 19.
Flüssige Brennstoffe I. 461.
Formbretter, Bauart und Kennzeichnung [II, 235.
Formen, s. Formerei.
Formerei II, 238.
im Herd II, 239.
Kasten II, 245.
in Lehm II, 279.
Masse II, 269.
Schalen II, 297.
Formerlöhne II, 607.
Formkasten, ihre Herstellung u. s. w. II, [232.
Formlehm I, 428.
Formmaschinen:
für Achslager von E. Schiess II, 276.
mit Formplatten II, 356.
von Allweiler G. II. 372.
„ Chamberlain II, 356. [358.
„ Dehne (mit Woolnough) II,
„ Reuling, L. und E. II, 368.
„ Woolnough (mit Dehne) II, [358.
„ Wülfel II, 370.
für Geschirre (älteste) II, 312.
von Cowie II, 312.
„ Downie II, 313.
„ Inglis II, 312. 313.
„ Page II, 313.
„ Robertson II, 313.
für Geschirre (neuere)
von Hope J. V. II, 384.
„ Marienhütte II, 385.
für Geschützkugeln
von Downie II, 311.
„ Jobson, J. u. R. II, 310.
„ Page II, 310.
„ Robertson II, 310.
„ Shanks II, 310.
in Woolwich II, 311.
für Riemenscheiben
von G. Hertzog II, 396.
„ H. Laissle II, 396.
für Riffelwalzen von Guhrauer II, 392.
für Rippenheizkörper
von Habersang & Zinzen II, 379.
für Röhren (ältere) II, 305.
von Cochrane II, 305.
„ Downie II, 304.
„ Elder II, 302.
„ Fairbairn II, 301.
„ Harrison II, 299.

Formmaschinen für Röhren (Forts.):
von Hetterington II, 301.
in Köln II, 329.
von Waltjen & Co. II, 303.
„ Shanks II, 304.
„ Sheriff II, 302. 332.
„ Stewart II. 300. 301.
für Röhren (neuere) II, 339.
Delille's Patent II, 339.
Dewailly's Maschine II, 339.
Frick's Maschine II, 495.
Haldy's Verfahren II, 342.
für Schienenstühle
von Brown II, 306.
„ Eyth M. II, 308.
„ James II, 307.
„ Jobson II, 306.
„ May II, 306.
„ Muir II, 306.
„ Ransom II, 306.
für Schiffsschrauben
von Zinz II, 392.
für Schnecken
von Krupp, Grusonwerk II, 393.
für Seilrollen
von E. Schiess II, 375.
mit Stampf- und Druckvorrichtungen II, 399.
von Auf der Heide (u. Gallas) II, 409.
„ Döhn II, 401.
„ Gallas (u. Auf der Heide) II, 409.
„ Hahn in Laasphe II, 418.
„ Laissle II, 407.
„ Limon (de) II, 400.
„ Neff (u. Seebold) II, 404.
„ Oppenheim II. 421.
„ Reusch II, 407.
„ Schudel II, 414.
„ Seebold (u. Neff) II, 404.
„ Ugé II, 402.
für Tubbings
von Clarenbach II, 381.
für verschiedene Gegenstände (ältere) [II, 314.
von J. Howard II, 316.
„ Jobson II, 316.
für Zahnräder (älteste) II, 317.
von Ferrouilh II, 318.
„ Jackson II, 318.
„ de Louvrié II, 318.
„ Ruffer & Co. II, 319.
für Zahn- und runde Räder (neuere) II, 343.
von Abel, W. II, 351.
„ Briegleb II, 350.
„ Denison II, 355.
„ Gruson, O. II, 347.
„ Hansen II, 350.
„ Schiess, E. II, 349.
„ Schmidt II, 352.
„ Ward II, 355.
Formmaterialien I, 384.
Vorbereitung und Apparate dazu I, 719.
Formmodelle, metallene II, 221.
Formplatten, erstes Auftreten II, 316.
Formplattenmaschinen, s. Formmaschinen.
Formsande I, 387.
Formsande, Untersuchungen derselben [I, 395.
Dürre I, 396.
Kampmann I, 395.
Karmarsch I, 406.
Mallet I, 415.
Reinhard I, 395.
Formtisch f. Riemenscheib. v. G. Hertzog II, 396.
Forquignon, Versuche über schmiedbaren Guss II, 570.
Francis, Ofen für Temperguss II, 582.
Frankreich, Cupolofenbetrieb II, 42.
Desgl. Flammofenbetrieb II, 85.
Desgl. Formsande I, 392.
Frick, Bayenthal, Röhrenformmaschine II, 495.
Futter der Cupolöfen I, 508.
Desgl. der Flammöfen I, 626.

G.

Gallas (u. Auf der Heide), Formmaschine II, 409.
Galvanische Metallüberzüge auf Gusswaaren II, 445. 513.
Ganz & Co., Räder-Hartguss, II, 553.
Gasfeuerungen I, 637.
für Flammöfen I, 642.
für Tiegelöfen I, 487.
Gasförmige Brennstoffe I, 462.
Gasgeneratoren I, 489.
Gasvorwärmung, bei Flammöfen I, 649.
Gebläse des Giessereibetriebes I, 655.
Kapselräder I, 674.
Sonstige Gebläse (Cagniardellen u. s. w.) I, 680.
Ventilatoren I, 655.
Gedinge, s. Arbeitsvertrag.
Gefüge des Roheisens I, 52 (s. auch die verschiedenen Metalle).
Gehänge u. Spreitzen, ihre Herstellung II, [233.
Geissler, Ausscheidungen im Roheisen I, 144.
Gelbkupfer oder Messing I, 257.
Generatoren
an Cupolöfen:
von Besson I, 549.
„ Boult I, 551.
„ Dufréné I, 548.
an Flamm- u. Tiegelöfen I, 489. 642.
Geräthschaften:
für Aufgeber II, 102.
„ Schmelzer II, 103.
Geschirrformmaschinen von Hope und von Marienhütte II, 385, s. a. Formmaschinen.

Geschützbroncen I, 233.
Eigenschaften I, 233.
Festigkeitssteigerung I, 242.
Verbesserungen I, 237.
Zusätze I, 241.
Geschützguss II, 542.
Gichtbühnen I, 682.
Giessen II, 423.
Giessereibücher II, 619.
Giessereiroheisen: Analysen I, 33.
Eigenschaften I, 49.
Entstehung I, 21.
Versuche zur Wahl der geeignetsten Sorte I, 167.
Giessoperationen und ihre Ausführung, s. Giessen.
Giesspfannen, s. Giessvorrichtungen.
Giesstemperatur II, 423.
Giessvorrichtungen I, 750.
Gillot, Wärmecapacität des Gusseisens I, 108.
Glas- als Emaillirmaterial II, 454.
Glasiren der Giesswaaren, s. Emailliren.
Gleiwitz:
Cupolöfen I, 516.
Cupolofenbetrieb II, 23. 26.
Flammöfen I, 626.
Flammofenbetrieb II, 75.
Walzenguss II, 525.
Glockenbronce II, 250.
Desgl. Formerei II, 286.
Gmelin, Cupolofen mit Wassermantel I, 575.
Goldkupferlegirungen I, 280.
Gonon, Formverfahren für Bildwerke II, 294.
Graphitbildung I, 21.
Greiner u. Erpf, Cupolofen I, 552.
Dies., Betrieb desselben II, 56.
Grundrissbildung der Giessereien II, 596.
Gruner, Arbeiten über den Wärmehaushalt der Ofenbetriebe II, 104.
Ders., Bestimmung von Schmelzwärmen I, 121.
Gruson, O., Räderformmaschinen II, 647.
Grusonwerk (Krupp), Hartguss II, 549.
Panzerguss II, 564.
Schneckenformmaschine II, 393.
Guettier, Anwendung des Gusseisens II, 169.
Cupolofenprofile I, 513.
Elektrische Einflüsse auf Gusseisen [I, 166.
Legirungen I, 225.
Schwindmaass von Eisenmischungen I, 158.
Tiegelschmelzen II, 6.
Guhrauer, Riffelwalzenformmaschine II, [392.
Guntermann, Ausscheidungen in Roheisen I, 144.
Gusseisen, s. Giessereiroheisen od. Roheisen.
Gusseisenabfallverwerthung II, 591.
Gussmaterial I, 10.
Gussmaterial, Vorrichtungen zum Umschmelzen I, 471.
Gussstahldarstellung, englische I, 203.
Krupp'sche I, 206.
Gusswaarenabnahme II, 617.
Classification II, 620.
Poliren I, 760. II, 427.
Putzen I, 755. II, 427.
Schleifen I, 760. II, 427.
Tempern I, 764. II, 880.
Verzieren und Vollenden I, 754. II, [437.

H.

Habersang (u. Zinzen), Formmaschine für Rippenheizkörper II, 379.
Hahn in Laasphe, Formverfahren mit Druckstücken II, 418.
Halbgasfeuerung für Flammöfen I, 643.
Halbirtes Eisen I, 21.
Haldy, Röchling & Co, Pont à Mousson, Röhrenformmethode II, 492.
Haméliusöfen, Anlage und Bauart I, 552.
Betrieb II, 54.
Handelsguss und seine Herstellung II, 483.
Hannover'sche Giesserei, s. Röhrenguss.
Hansen, Cupolofen I, 558.
Hansen (Briegleb, H. & Co.), Räderformmaschine II, 350.
Harrison, Formmaschine für Röhren II, 299.
Hartguss II, 297. 534. 548.
Hartgussgeschosse II, 549.
Hartgusspanzer II, 561.
Desgl., Materialprüfung Ganz & Co., II, [562.
Krupp, Grusonwerk II, 563.
Hartwalzen, s. Hartwalzenguss.
Hartwalzendrehbänke II, 539.
Hartzink I, 335.
Haspel I, 687.
Hassack (u. Arche), Patinauntersuchungen I, 313. 315.
Hassenfratz, älterer Cupolofenbetrieb II, 22.
Hauptmodelle von Metall II, 217.
Giessen II, 220.
Treiben II, 218.
Haushaltungssätze der Giessereien II, 616.
Hautefeuille, s. Troost.
Hebevorrichtungen der Giessereien I, 695.
Herausnehmen der Gussstücke II, 425.
Herbertzöfen, Anlage und Bau I, 563.
Betrieb II, 58.
Herdformerei, Allgemeines II, 259.
Besonderes II, 240.
Herdguss, offener II, 240.
Herdguss, verdeckter II, 243.
Herdschweissstahl I, 191.
Hertzog, G., Formtisch II, 396.
Hetterington (u. Fairbairn), Formmaschinen für Röhren II, 301.

Heusler (Bonn), Manganbronce I, 276.
Ders., Siliciumkupfer I, 284.
Hinton, Cupolofen I, 531.
Hitzelberger, Resultate des Hamélius-ofens II, 54.
Hochofen mit Giessereieinrichtung I, 473.
Desgl., Vorgänge im, I, 13.
Hörde, Angiess- od. Anschweissverfahren II, 531.
Walzenguss II, 530.
Holz als Brennstoff I, 433.
Holz als Modellirmaterial: Arten II, 194.
Eigenschaften II, 193.
Ringe II, 196.
Schwere II, 197.
Schwinden II. 199.
Spiegel II, 196.
Structur II, 195.
Trocknen II, 199.
Verziehen II, 200.
Wassergehalt II, 198.
Holzkohle I, 433.
Hope, J. V., Geschirrformmaschine II, 389.
Horn, Neuerungen an Kleinconvertern II, 99.
Howard, J., Formmaschinen für verschiedene Gegenstände II. 316. 319.
Huntsman, B., Gussstahldarstellungsverfahren I, 204.

I. J.

Jacobi, Röhrenfabrikation in Kladno II, 491.
James, Modelltheilung für Schienenstühle II, 307.
Japanische Spiegel I, 253.
Jarolimek, Anlassen I, 114.
Ibrügger's Cupolofen, Bau und Construction I, 558.
Ders., Betrieb II, 57.
Inbetriebsetzung, s. die verschied. Oefen.
Jobson, Formmaschine für verschiedene Gegenstände II, 316.
Joly, Eisenwerk, Trägerconstructionen II, 184.
Ireland, Cupolofenbau I, 531.
Ders., Cupolofenbetrieb II, 43.
Ders., Chabottenguss II, 520.
Jüngst, Schmelzversuche mit Ferrosilicium I, 218.

K.

Kampmann, Untersuchung von Formsanden I, 395.
Kapselräder I, 674.
einachsig I, 478.
zweiachsig I, 686.
Karmarsch, Untersuchungen der Formsande I, 406.
Karsten, ältere Cupolofenbetriebe II, 22.
Karsten, schmiedbarer Guss II, 568.
Kastenformerei in fettem Sand II, 269.
in gewöhnlichem Sand II, 245.
Beispiele: Zweitheilige II, 246.
Mehrtheilige II, 262.
Kerneisen, s. Spindeln.
Kerpely, d. Hartgussräderform II, 553.
Kieselsäure als Emaillirmaterial II, 453.
Desgl. im Formsand.
Desgl., Reduction im Hochofen I, 21.
Kirkaldy, Verhalten eingegossener Eisenkerne II, 587.
Kladno, Röhrenformerei II, 491.
Desgl., Cupolöfen II, 530.
Kleinbessemereibetrieb f. Giessereizwecke II, 99.
Becker's Converter II, 100.
Delattre, s. Walrand.
Horn, Neuerungen II, 99.
Legénisel, s. Walrand.
Servais, Trommelconverter II, 100.
Walrand-Delatre II, 100.
Walrand-Legénisel II, 101.
Kleinconverterbetrieb I, 652.
Königin Marienhütte, Cupolofenbetrieb II, 33.
Cupolofenconstruction II, 526.
Röhrenformerei II, 489.
Königsbronn, Hartwalzenguss II, 536.
Königshütte, Betrieb des Eck'schen Gasofens II, 86.
Kohlen, s. Brennstoffe, Braun-, Holz- und Steinkohlen.
Kohlung im Hochofen I, 18.
Kollergänge I, 721.
Krahne I, 696.
Armkrahn I, 696.
Brücken- oder Laufkrahne I, 709.
Elektrische Krahne I, 706. 716.
Krigaröfen, Bau und Construction I, 542. 558. 573.
Betrieb II, 50.
Krüger, Räderhartguss II, 550.
Krupp, A., Legirungen I, 228.
Krupp, F., Verfahren der Gussstahldarstellung I, 206.
Desgl. des Walzengusses II, 531.
Krupp-Grusonwerk:
Hartguss II, 549.
Kollergang I, 712.
Panzerguss II, 564.
Schneckenformmaschine II, 393.
Krystallisation, d. Roheisens I, 52., s. auch die übrigen Metalle und Legirungen.
Küntzel, Broncelegirungen I, 226.
Ders., Phosphorbronce I, 237.
Kugelmühlen, I, 720.
Kunstformerei in Lehm II, 293.
in Sand II, 267.
Kunstguss II, 509.
Entwickelung II. 509.
Führende Anstalten II, 510.

Kunstguss (Forts.):
Schott's Arbeiten II, 511.
Veredelungs- u. Vollendungsarbeiten II, 513.
Kunststyl für Metalle II, 168.
Literatur: Brandt, Eck, Guettier, Viollet de Duc II, 169.
Kupferlegirungen I, 223.
mit Aluminium I, 262.
„ Antimon I, 286.
„ Arsen I, 286.
„ Blei I, 261.
„ Eisen I, 269.
„ Gold I, 280.
„ Kobalt I, 278.
„ Mangan I, 269.
„ Molybdän I, 282.
„ Nickel I, 278.
„ Platinmetallen I, 280.
„ Silber I, 280.
„ Titan I, 283.
„ Vanadin I, 282.
„ Wismuth I, 286.
„ Wolfram I, 282.
„ Zink I, 259.
„ Zinn I, 227.
zusammengesetztere I, 288.
„ Zusätze von Bor I, 286; Kohlenstoff I, 283; Phosphor I, 286; Reductionsmitteln I, 339; Silicium I, 283.
Kurzflammige Kohlen: Backkohlen I, 450.
Sandkohlen I, 452.

L.

Lage der Giessereien II, 597.
Lagermetalle I, 375.
Laissle, Formmaschine mit Pressvorrichtung II, 407.
Ders., Riemenscheibenformmaschine II, [398.
Lander, Sandkerne für weite Röhren II, 505.
Langflammige Kohlen: Backkohlen I, 448.
Sandkohlen I, 447.
Laube, Giessmeister in Lauchhammer II, 295.
Lauchhammer, Bildnissformerei und -Giesserei II, 295.
Desgl., Cupolofenbetrieb II, 36.
Ornamentik für Currentguss II, 151.
Launay, ältere Cupolofenbetriebe II, 22.
Laveissière, Schalenguss für Geschützbronce I, 242.
Ledebur, A., Chabottenguss II, 520.
Ders., Mitisguss I, 221.
Ders., Saigerungserscheinungen im Roheisen I, 141. 149.
Ders., Schmieden des Eisens I, 159.
Legénisel, s. Walrand.
Legirungen des Antimons I, 376.
der Edelmetalle I, 379.
Legirungen des Kupfers I, 223.
des Zinkes I, 350.
Zinnes I, 362.
Legirungsofen von H. Krigar I, 573.
Lehmformerei, einfache II, 280.
künstlerische II, 293.
zusammengesetzte II, 292.
Lentz, Saigererscheinungen im Roheisen II, 144.
Limon, De, Formmaschine mit Stampf- oder Druckvorrichtung II, 400.
Lohnsrechnungen II, 624.
Luckiges Floss I, 19.
Lunkern I, 65.

M.

Mackenzie, Cupolofen I, 539.
Mährischer Cupolofen I, 530.
Magdeburgische Cupolofenbetriebe II, [41.
Magnetismus I, 166.
Malapane's Verfahren zum Hartwalzenguss II, 535.
Mallet, R., Ein- und Umgiessen II, 585.
Ders., Formsande I, 413.
Ders., Schmiedbarer Guss II, 569.
Mangan, Eisen- u. Kupferlegirung I, 269.
Manhès, P., Cupromangan I, 274.
Mariazell (Steiermark), Flammofenbetrieb II, 82.
Desgl., Flammöfen I, 635.
Desgl., Röhrenprobieren II, 507.
Marienhütte bei Kotzenau, Geschirrgussformmaschinen II, 385.
Martens, A., Untersuchungen d. schmiedbaren Gusses II, 575.
Ders., der Roheisentextur I, 56.
Marquise, Röhrenfabrikation II, 495.
Maschinenformerei, Allgemeines u. Literatur (s. a. Formmaschinen) II, 298.
Maschinenguss II, 518.
Masse I, 422.
Masseformerei mit Modell II, 270.
Desgl. ohne Modell II, 277.
Massivguss II, 519.
Matthiessen, Legirungen I, 225.
Maumène, japanische Broncen I, 318.
Messing oder Gelbkupfer I, 257.
Metal argentin I, 373.
Metalloxyde als Emaillirmaterialien II, 455.
Metallüberzüge auf Gusswaaren II, 441, [513.
Minargent I, 347.
Minary & Résal, latente Wärme des flüssigen Roheisens I, 121.
Mirametall von Klein, Schanzlin und Becker I, 326.
Mischapparate f. das Formmaterial I, 732.
Mitisguss I, 220. II, 9.
Modellanfertigung II, 148.
Modellentwurf und -Zeichnung II, 149.

Modellentwürfe, Beispiele:
Bauguss II, 168.
Deckplatten II, 155.
Gitter II, 158.
Grabmonumente II, 167.
Kaminthüren II, 153.
Laternenarme und Stützen II, 172.
Oefen und Thüren II, 153.
Stützen II, 175.
Tischplatten II, 157.
Träger II, 177.
Treppen II, 156.
Modelliren II, 192.
Modelllager oder -boden II, 215.
Modellplatten, Howard'sches Princip II, 316. 219.
Modelltischlerei II, 193.
Anordnung und Einrichtung II, 211.
Ausrüstung II, 211.
Lage II, 213.
Umfang und Grösse II, 214.
Moline, zusammengesetzte Fenster II, 588.
Molybdän und Kupfer, Legirungen I, 282.
Monge, ältere Cupolofenbetriebe II, 22.
Ders., Flammöfen zu Chaillot und Ruelle I, 621.
Ders., Kanonenguss aus Eisen I, 392.
Montandon, Walzenzerkleinerung II, 541.
Morin, chinesische u. japanesische Broncen I, 318.
Morries-Stirling, Legirungsverfahren zur Verbesserung des Gusseisens I, 100.
Muck, Untersuchung der „Wanzen" auf Roheisen I, 149.
Müller, Brandenburg, Gaseinschlüsse in flüssigem und festem Eisen I, 137.
Münzlegirungen I, 380.
Muntzmetall I, 333.
Musterbücher (für Giessereien) II, 620.

N.

Narben im Roheisen I, 133.
Nebenapparate des Ofenbetriebes I, 654.
Neff (u. Seebold) Formmaschinen II, 404.
Neuschottland, Walzenguss II, 529.
Neusilber I, 327.
Neustadt a. Rübenberge, Flammofen I, 633.
Newton, Formmaschine II, 300.
Nickelhaltige Kupferlegirungen I, 278, 327.
Nobel's und Nordenfelt's Oefen für Temper- und Mitisguss II, 577.
Nordamerik. Cupolofenbetriebe II, 63.

O.

Oefen, Uebersicht u. Eintheilung I, 472; s. Cupolöfen, Flammöfen, Gasöfen, Regenerativöfen, Tiegelöfen u. s. w.
Ofenanlagen, Anordnung ganzer II, 141.
Cupolöfen in Converterwerken II, 143.
Flammöfen II, 145.
Gasöfen II, 145. 147.
Irelandöfen II, 143.
Krigaröfen II, 143.
Ofenbetriebe, Begriffsfeststellung II, 4.
Flammöfen mit directer Feuerung II, 66.
Flammöfen mit Gasfeuerung II, 85.
Schachtöfen II, 10.
Tiegelöfen II, 4.
Wärmehaushalt II, 104.
Oppenheim, hydraulische Formmaschinen II, 421.
Osmond (und Werth), Texturuntersuchungen I, 213.
Oudry'sche Broncirung II, 446, 514.

P.

Packfong I, 327.
Panzerguss II, 564.
Patentregister II, 627.
Patina, ihre Bildung I, 296.
Peipers, E., Hartwalzengiessverfahren II, 538.
Perusilber I, 345.
Petroleumöfen für Tiegelschmelzen I, 491.
Phosphoraufnahme im Roheisen I, 24.
Platinmetalle, ihre Legirung mit Kupfer I, 280.
Platz, Saigererscheinungen im Roheisen I, 146.
Platzwahl bei Giessereien II, 594.
Polierbänke I, 763.
Pont à Mousson, Röhrenformmethode II, 492.
Ponthière, Kupferlegirungen I, 224.
Porcellan als Emaillirmaterial II, 454.
Preislisten und Preiscourante II, 617, 620.
Productionsbücher II, 619.
Productionszusammenstellungen II, 626.
Profil der Cupolöfen I, 513.
Putzen der Gusswaaren II, 428.

Q.

Quarz als Emaillirmaterial II, 453.
Queensmetall I, 373.

R.

Räderformmaschinen, s. Formmaschinen.
Räderguss II, 251.
Reductibilität der Eisenerze, verschiedene Grade derselben I, 17.
Reduction I, 13.
Reductionsproduct, Eisenschwamm I, 17.
Regenerativöfen I, 646; s. a. Flammöfen.

Reinhard, Röhrenprobiren zu Mariazell II, 507.
Reinhardt, Arbeiten über Formsande, bearbeitet von Dürre I, 396.
Reiser, Anlauffarben I, 114.
Reuling, L. u. E., Formplattenmaschine II, 368.
Reusch-Dillingen, Druckformmaschinen II, 407.
Riche, Legirungen I, 226. 229.
Riemer, Saigererscheinungen im Roheisen I, 146. 148.
Rieschke, Hartwalzenguss i. Malapane II, 536.
Riffelwalzenformmaschine von Guhrauer II, 392.
Rodman, Versuche mit Geschützguss II, 543.
Röhrenfabrikation: Aufrechte Formerei und Guss II, 491.
 Fertigstellen II, 506.
 Liegende Formerei und aufrechter Guss II, 488.
 Maschinenformerei u. aufrechter Guss I, 495; s. a. Formmaschinen.
 Probiren und Schwärzen II, 506.
 Vergleich der Hauptmethoden II, 497.
Röhrenformmaschinen, s. Formmaschinen.
Röhrenguss und seine Herstellung II, 487; s. a. Röhrenfabrikation.
Röhrenpressen II, 506.
Roheisen:
 Allgemeines u. Definition I, 11.
 Eigenschaften:
 Abkühlungserscheinungen nach dem Schmelzen I, 129.
 Anbrand (u. Narben) I, 139.
 Anlaufen (u. Glühen) I, 113.
 Ausscheidungen I, 132.
 Dichtigkeit I, 74.
 Aenderungen derselben I, 151.
 Elektrische Beziehungen I, 166.
 Erstarrungsverlauf I, 156.
 Farbe I, 49.
 Festigkeit I, 77.
 Ihre Aenderungen I, 93.
 Gaseinschlüsse I, 133.
 Gefüge I, 52.
 Giessflüssiger Zustand I, 128.
 Glanz I, 50.
 Glühen I, 113.
 Krystallisation I, 52.
 Lunkern I, 165.
 Magnetische Eigenschaften I, 166.
 Narben I, 139.
 Saugen I, 165.
 Schmelzerscheinungen I, 113.
 Schmelzpunkt und Schmelzwärme I, 119.
 Schwinden I, 158.
 Spannungen I, 160.
 Textur, s. Gefüge.
 Eigenschaften (Forts.):
 Texturuntersuchungen I, 53.
 Texturveränderungen I, 69.
 Wärme, ihr Einfluss I, 103.
 Wärmecapacität I, 103.
Roheisenreihe od. Roheisensorten in Entstehungsfolge:
 Unvollkommen gekohltes I, 25.
 Vollkommen gekohltes I, 27.
 Spiegel I, 27.
 Gewöhnliches weisses I, 29.
 Halbirtes I, 29.
 Graues I, 33.
 Hochsilicirtes I, 49.
Rost, Cupolofen I, 558.
Rothmessing oder Tomback I, 255.
Rüstungstheile für Lehmformerei II, 235.
Ruoltz, Silberlegirungen I, 345.
Ruttner v., Geschützguss in Eisen II, 543.

S.

Sande (im Allgemeinen) I, 388.
Sandformerei:
 im Herde II, 259.
 „ Kasten II, 245.
Sandkohlen, kurzflammige I, 452.
 langflammige I, 447.
Sandstrahlgebläse I, 756.
Saynerhütte:
Desgl., Cupolofenbetrieb II, 23.
Desgl., Flammöfen I, 628.
Desgl., Flammofenbetrieb II, 80.
Schachtöfen I, 497; s. a. Cupolöfen.
Schalenguss, Allgemeines II, 297; s. a. Hartguss.
Scheibenmühlen I, 728.
Schienenstuhlformmaschine, s. Formmaschinen.
Schiess, E.:
Ders., Achsbüchsenformmaschine II, 276.
Ders., Räderformmaschine II, 349.
Ders., Seilrollenformmaschine II, 375.
Ders., Sprengstückformmaschine (f. Granaten) II, 354
Schiffsschraubenformmaschine von Zinz II, 392.
Schinz, Wärmecapacität des Roheisens I, 106; II, 105.
Ders., Wärmestatik der Oefen II, 104.
Schleifbank für Geschosse I, 761.
Schleif- u. Polirbänke überhaupt I, 763.
Schleifen der Gusswaaren I, 760; II, 431.
Schleifen:
 Maschinen, II 432.
 Material II, 432.
Schleifwerke I, 761.
Schleudermühlen I, 730.
Schmelzbücher II, 624.
Schmelzen der Gussmaterialien im Allgemeinen II, 3.

Schmelzen (Forts.):
in Flammöfen mit gewöhnlicher Feuerung II, 66.
„ Gasflammöfen II, 85.
„ Schachtöfen II, 10.
„ Tiegelöfen II, 40.
Schmelzergedinge II, 610.
Schmelzertafeln II, 624.
Schmelzprocesse:
Allgemeines II, 3.
Converterprocesse, soweit für Giessereien wichtig II, 99.
Flammöfen II, 66.
Schachtöfen II, 10.
Tiegelöfen II, 4.
Schmelzung I, 13.
Schmelzwärmen von Gussmaterial und Schlacken II, 105.
Schmiedbare Eisenfabrikate, die Eigenschaften der zum Giessereibetrieb verwendeten I, 209.
Schmidt, Räderformmaschine II, 352.
Schneckenformmaschine v. Krupp-Grusonwerk II, 393.
Schoenwälder Gasflammofenbetrieb II, 89.
Scholz, Betriebsresultate von Martinöfen II, 140.
Schott:
Anbrand I, 139.
Formsande, Erfahrungen I, 410.
Kunst- und Feinguss II, 510.
Schwimmen des Eisens, Beobachtungen I, 155.
Spiel des Eisens, Darstellungen desselben I, 131.
Schriftgiessermetall I, 378.
Schrotherstellung I, 379.
Schudel, Formmaschine mit Stampf- u. Druckvorrichtungen II, 414.
Schwedischer Flammofenbetrieb II, 82.
Geschützguss II, 583.
Kanonen (alte), s. Walzenguss.
Schwinden, s. Roheisen.
Schwindmaas II, 186.
Seebold (u. Neff), II, 404.
Seilrollenformmaschine von E. Schiess II, 375.
Seraing, Hartwalzenformen II, 537.
Servais, Trommelconverter II, 100.
Shanks, Formmaschinen II, 304. 310.
Sheriff, Formmaschinen II, 302, 332.
Siebvorrichtungen für das Formmaterial I, 732.
Siemens Gasofenbetrieb, s. Flammofenbetrieb.
Ders., Regenerativöfen, s. Flammöfen.
Silber, Legirungen mit Kupfer I, 280.
Silicium, s. Aufnahme im Roheisen I, 22.
Siliciumkupfer I, 283.
Siliciumlegirungen, complicirtere nach Ponthière I, 343.
Siliciummessing von Heusler I, 343.
Solcz v., s. Scholz.
Sorby, Versuche über die Coërcitivkraft der Eisengattungen I, 167.
Spandau:
Desgl., Cupolöfen I, 529.
Desgl., Flammöfen I, 628.
Desgl., Flammofenbetrieb II, 81.
Spencer, Versuche über den Einfluss des Aluminiums in Roheisen I, 222.
Spiegeleisen I, 20.
Spindeln und Kerneisen, Bauart und Material II, 233; s. a. Röhrenguss.
Spreitzen, und Gehänge II, 233.
Sprengstückformmaschinen, s. Formmaschinen für Räder.
Stahl:
Converterstahl I, 192.
Flammofenflussstahl I, 195.
Flammofenschweissstahl, I, 191.
Gussstahl I, 202.
Herdschweissstahl I, 191.
Stahlformguss II, 88. 140.
Zusätze I, 218.
Steinkohlen I, 444.
Steirische Flammofenbetriebe II, 82.
Stentz, Th., Formmaschinen und ihr Betrieb II, 298. 319. 326. 335.
Ders., eigene Constructionen II, 335.
Ders., Röhrenfabrikation in England II, 498.
Stewart & Newton, Formmaschine f. Röhren II, 300.
Stiglmaier, Methode der Bildnissformerei II, 295.
Styrum, Walzenguss II, 528.

T.

Tangerhütte:
Cupolofenbetrieb II, 40.
Kunstguss s. Modellentwürfe.
Tarr, Centrifugalgiessmaschine II, 591.
Temperguss II, 568.
Tempern der Gusswaaren I, 764; II, 580.
Temperöfen II, 580.
Tenwick, Ofen für Temperguss II, 582.
Textur, s. Gefüge.
Texturuntersuchungen d. Roheisens I, 53.
Texturveränderungen d. Roheisens I, 69.
Thomas, Cupolofen mit Wassermantel I, 575.
Thurston's Diagramm und Tabelle für Kupfer-Zinklegirungen I, 258.
„ Kupfer-Zink-Zinnlegirungen I, 322.
„ Kupfer-Zinnlegirungen I, 231.
Tiegelfabrikation I, 492.
Tiegelmassen I, 493.
Tiegelöfen:
Bau und Einrichtung I, 476.
mit festen Brennstoffen I, 476.
„ Flammfeuerung I, 485.
„ Gasfeuerung I, 486.
„ Petroleumfeuerung I, 491.

Tiegelöfen, westphälische (sog. oberird.) II, 112.
Tiegelofenbetrieb, s. Tiegelschmelzen.
Tiegelpressen I, 494.
Tiegelschmelzen:
im gewöhnlichen Ofen II, 4.
„ Petroleumofen, s. Mitisguss.
„ Siemens Ofen II, 6.
für schmiedbaren Guss II, 9.
Tiegelstahl, s. Gussstahl.
Titan in Kupferlegirungen I, 283.
Titanzusätze zu Stahlgüssen I, 219.
Toldt, über Siemensöfen II, 140.
Tomback oder Rothmessing I, 255.
Torf und Torfkohle I, 441.
Transportvorrichtungen (der Giessereien) I, 695.
Treiben von Metallhauptmodellen II, 218.
Treibkolbenaufzüge I, 688.
Trocknen der Formen, Vorrichtungen I, 736; s. a. Darrkammern.
Trommelapparat oder Kugelmühle I, 720.
Trost & Hautefeuille, Gasgehalt von Roheisen I, 139. [214.
Tschernoff, Texturuntersuchungen I,
Tubbingformmaschine von Clarenbach II, 381. [II, 548.
Tunner, P. v., Russischer Geschützguss
Turner's Versuche mit Ferrosilicium
Tutenag I, 329. [I. 23.

U.

Uchatius v., Härtung d. Geschützbronce I, 242.
Ueberziehen des Gusseisens mit anderen Metallen I, 767; II, 478. 513.
Ugé, Formmaschine mit Druckplatten II, 402.
Umfang der Giesereien II, 595.
Umgiessen, s. Eingiessen.
Unterlagen, Bauart u. Kennzeichen II, 235.

V.

Vanadin- und Kupferlegirung I, 282.
Vathaire de, latente Wärme für Eisen und Schlacken I, 121.
Ventilatoren, Bau und Construction I, 655. Beispiele I, 667.
Vergoldung von Gusswaaren II, 444. 515.
Blattvergoldung II, 444.
Feuervergoldung II, 445.
Verleimen der Modelle II, 201.
Verwaltungsberichte II, 626.
Verzierungsarbeiten an fertigen Gegenständen II, 437. 513.
Anstreichen und Bemalen II, 438.
Bronciren u. a. Metallbedeckungen II, 442. 515.
Emailliren II, 450.
Galvanische Metallüberzüge II, 445.
Oberflächenlegirung II, 447.
Verzinkung von Gusswaaren II, 448. 515.
Verzinnung von Gusswaaren II, 448. 515.
Viollet le Duc, Kunststyl des Eisens II, 169.
Voisin, Cupolofen mit vollkommenster Gasverbrennung I, 553.
Voranschläge bei Gusswarenbestellung II, 620.
Vorherde an Cupolöfen I, 542.

W.

Wachler, L., Hartborsten, Entstehung I, 163.
Ders., Hartwalzenguss in Malapane II, 536.
Wachler R., Qualitätsuntersuchungen rheinisch-westphälischen u. englischen Giessereiroheisens I, 80. 173.
Wärmecapacität des Roheisens I, 103.
Wärme, Einfluss auf d. Roheisenbeschaffenheit I, 103.
Wärmehaushalt:
der Flammöfen mit directem Betrieb II, 133.
der Gasflammöfen II, 138.
„ Schachtöfen, ältere II, 113.
„ Schachtöfen, neuere II, 123.
„ Tiegelöfen, ältere II, 107.
„ Tiegelöfen, neuere II, 110.
Wärmespeicher I, 646.
für Gastiegelöfen I, 486.
Walrand-Delattre, Kleinbessemerei II, 100.
Walrand-Legénisel, Kleinbessemerei II, 101.
Waltjen & Co., Formmaschine II, 303.
Walzenguss II, 523.
harte Walzen II, 534.
weiche Walzen II, 524.
Walzenzerkleinerung II, 541.
Ward (u. Denison), Räderformmaschine II, 355.
Weber, Patinabildung I, 298.
Webster's Broncen I, 346. [383.
Wedding, H., Eisenclassification I, 184.
Ders., Texturuntersuchungen I, 56.
Wedding, W., Cupolofen mit ablösbarem Gestell I, 527.
Weiller, Laz., Siliciumkupfer I, 283.
Weisskupfer, s. Neusilber.
Weissmetalle I, 375.
Werth (u. Osmond), Texturuntersuchungen I, 216.
Westendarp, Hannover, Wandstärkenbestimmung für gusseiserne Rohre II, 497.
Westpoint, Flammofen I, 633.
Wheeldon, F. R., Giessform für Polirwalzen II, 537.
Ders., Walzengetriebe mit harten Zähnen II, 542.

Whitley, Centrifugalgiessmaschine II, 591.
Whitney, A., zusammenziehbare Hartgussschale für Räder II, 559.
Wilken, A., Verfahren zur Verbesserung des Eisengusses (durch Lufteinblasen) I, 96.
Winderhitzer d. Giessereibetriebes I, 655.
Windererwärmung bei den Cupolöfen I, 681.
Windführung bei denselben II, 16.
Windschlitze an Cupolöfen I, 539.
Winter, Cupolofen mit Bodenerwärmung I, 573.
Wismuthbroncen I, 288.
Wismuthhaltiges Kupfer u. a. Legirungen I, 286. 346. 373.
Witkowitz, Flammofen von I, 633.
Wolfram in Eisenfabrikaten I, 219.
in Kupferlegirungen I, 282.
Wolters, J., Walzenguss in Belgien II, 532.
Woodward, Cupolofen I, 563.
Woolnough (u. Dehne), Formplattenmaschinen II, 358.
Modellplatten u. andere Neuerungen II, 363.
Wülfel (Eisenwerk), Formplattenmaschine II, 370.
Wüllner u. Bettendorf, Wärmecapacität des Roheisens I, 103.

X. Y. Z.

Zahnräderformerei, s. Räderguss.
Zahnradformmaschinen, s. Formmaschinen.
Zeltweg, Flammofenbetrieb II, 82.
Zerkleinerungsapparate für Formmaterial I, 719.
Desgl., für Roheisen I, 691.
Zeugdruckwalzenmetalle nach Depierre u. Spical I, 325.
Zink:
Darstellung I, 351.
Eigenschaften I, 355.
Legirungen mit Kupfer I, 259.
Sonstige I, 360.
Zinkblende zum Anstrich und Absanden II, 518.
Zinn:
Darstellung I, 364.
Eigenschaften I, 367.
Legirungen I, 368.
mit Blei I, 369.
Kupfer I, 227.
Kupfer u. Antimon I, 372.
Zinnaschebrennofen II, 458.
Zintgraf, Cupolofen, I, 563.
Zinz, Schiffsschraubenformmaschine II, 392.
Zinzen (u. Habersang), Formmaschine für Rippenheizkörper II, 379.
Zugcupolöfen mit Dampfstrahl I, 563.
Zusammensetzungs- u. Beschlagsarbeiten II, 434.
Balkon- u. a. Bauanlagen II, 437.
Gitter II, 435.
Treppen II, 436.
Zustellungen, neuere, der Cupolöfen mit basischen und Kohlensteinen I, 578.

Bayerische Staatsbibliothek München

Leipzig.
Druck von A. Th. Engelhardt.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Dürre, Ernst F.

Handbuch des Eisengießereibetriebes unter Berücksichtigung verwandter Zweige

Bd.: 2,1

1896

BHS I C 267-2,1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11801194-7